



Pääkaupunkiseudun päätieverkon häiriönhallinta

Ohjausautomaatiikka ja opasteiden toteutus

Yleissuunnitelma

SAKARI LINDHOLM



RAPORTEJA 62 | 2018

**PÄÄKAUPUNKISEUDUN PÄÄTIEVERKON HÄIRIÖNHALLINTA
OHJAUSAUTOMATIikka JA OPASTEIDEN TOTEUTUS
YLEISSUUNNITELMA**

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Taitto: WSP Finland Oy / Niina Liuska

Kansikuva: WSP Finland Oy / Matias Jurvanen

ISBN 978-952-314-743-0 (PDF)

ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-743-0

www.doria.fi/ely-keskus

Pääkaupunkiseudun päätieverkon häiriönhallinta

Ohjausautomaattikka ja opasteiden toteutus
Yleissuunnitelma

SAKARI LINDHOLM

Sisältö

Esipuhe	6
1 Työn tausta, tavoitteet ja sisältö	7
1.1 Tausta	7
1.2 Työn tavoitteet ja sisältö.....	8
2 Häiriöhallintaohjaus	9
2.1 Toimintaperiaate	9
2.2 Sujuvuustieto-ohjaus	12
2.2.1 Sujuvuusluokitus.....	12
2.2.2 Sujuvuustieto-ohjauksen aktivoituminen linkillä.....	13
2.3 Häiriötieto-ohjaus	15
2.4 Häiriöhallintaohjausautomaatiikan opastekohtainen määrittely	15
2.4.1 Linkkien valinta opasteiden ohjaukseen	15
2.4.2 Häiriöhallintaohjaus osana opasteiden ohjauksen kokonaisuutta.....	15
2.4.3 Tärkein aktiivisena oleva häiriöhallintaohjaus	17
2.5 Opasteessa esitettävien viestien muodostaminen	19
2.5.1 Tiedotettava tilanne samalla tiellä kuin opaste (sujuvuustieto-ohjaus).....	19
2.5.2 Tiedotettava tilanne eri tiellä kuin opaste (sujuvuustieto-ohjaus).....	20
2.5.3 Häiriötiedotusohjauksen viestit.....	20
3 Vaikutusarviointi hankekokonaisuuden määrittämiseksi.....	21
3.1 Vaikutusarvioinnin tavoitteet	21
3.2 Laskennassa tarkasteltavat vaikutukset	21
3.2.1 Poikkeukselliset vakavat häiriöt – matka-aikavaikutukset	23
3.2.2 Ruuhkavaroitukset – matka-aikavaikutukset	26
3.2.3 Häiriöhallinta-automaatiikan turvallisuusvaikutukset	27
3.2.4 Sää- ja kelitieto-ohjauksen vaikutukset	28
3.3 Vaikutusarvioiden tulokset	29
3.4 Häiriötiedotuksen muut vaikutukset	35
4 Tiedotusopasteiden ja seurantalaitteiden hankekokonaisuus.....	36
4.1 Tiedotusopasteet.....	36
4.2 Seurantalaitteet	38
4.2.1 Tiesääasemat	38
4.2.2 Seurantakamerat.....	39
4.3 Kustannusarvio	40
4.4 Opastetoteutuksen kannattavuus	41
5 Jatkotoimenpiteet	43
LIITE – Uudet opastesijainnit.....	44

Esipuhe

Tässä yleissuunnitelmatasoisessa työssä suunnitellaan toimintaperiaate häiriönhallinta-automatiikalle, joka hyödyntää T-LOIK-tietopalvelukehitystä ja työn aikana hankintavaiheessa ollutta Liikenneviraston matka-aikatietoa. Automatiikan tavoitteena on palvella nykyisiä tarpeita verkollisen häiriö- ja ruuhkatiedotuksen osalta ja parantaa liikennetiedotuksen tehokkuutta.

Työssä laaditaan myös tiedotusopasteiden hankekokonaisuus, joka perustuu Helmet-liikennemallilla tehtäviin tarkasteluihin. Tarkastelujen tavoitteena on tunnistaa, missä pääkaupunkiseudun päätieverkolla työssä suunnitellulle häiriönhallinta-automatiikalle on suurimmat tarpeet. Tämä tarkastelu priorisoi opastetoteutukset keskenään ja mahdollistaa yhteiskuntataloudellisten hyötyjen suuruusluokan arvioinnin. Hankekokonaisuudessa huomioidaan opasteiden sijoitussuunnittelun lisäksi päätieverkon seurantalaitteiden täydennystarpeet (kamerat, tiesääasemat).

Työn ohjausryhmän muodostivat:

Mari Ahonen (pj.)	Uudenmaan ELY-keskus
Eini Hirvenoja	Uudenmaan ELY-keskus
Marko Kelkka	Uudenmaan ELY-keskus
Petri Antola	Liikennevirasto
Mika Jaatinen	Liikennevirasto
Jani Laiho	Liikennevirasto
Markus Nilsson	Liikennevirasto

Lisäksi työn aikana järjestettyihin ohjausautomatiikan toteutukseen liittyviin työpalavereihin osallistui Liikenneviraston Tuomas Österman.

Konsulttina työssä toimi Trafix Oy, projektipäällikkönään Sakari Lindholm. Trafixista työhön osallistuivat myös Atte Supponen ja Essi Pohjalainen. Trafix Oy käytti alikonsulttina Strafica Oy:tä, josta työhön osallistui Tomi Laine.

Työ alkoi tammikuussa 2017 ja se valmistui maaliskuussa 2018.

1 Työn tausta, tavoitteet ja sisältö

1.1 Tausta

Pääkaupunkiseudun päätieverkon rooli Suomen tieliikenteessä on valtava. Tieverkko palvelee päivittäin satoja tuhansia asukkaita sekä lukemattomia kansainvälisiä ja kotimaisia tavarakuljetuksia. Liikennemäärät pääkaupunkiseudun pääteillä ovat eri kertaluokkaa kuin muilla Suomen kaupunkiseuduilla.

Pääkaupunkiseudun päätieverkko on altis satunnaisille häiriöille, koska muun muassa suuret liikennemäärät nostavat yksittäisen tapahtuman (esim. onnettomuudet) todennäköisyyttä. Koska liikennemäärät ovat suuret, myös häiriöiden vaikutukset ovat erittäin merkittävät. Satunnaisten häiriöiden lisäksi tieverkon parannushankkeet aiheuttavat pitkäkestoisia, ajoittain erittäin merkittäviä häiriöitä.

Tietunnelit ovat turvallisuuden näkökulmasta erityiskohteita, joissa tapahtuviin häiriöihin reagoidaan avo-osuuk-sia voimakkaammin. Tunnelleissa tapahtuvat lievemmätkin häiriöt sulkevat monesti koko ajosuunnan hetkel-lisesti. Pääkaupunkiseudulla on nykyisten tunneleiden lisäksi rakenteilla ja suunnitteilla uusia tunnelikohteita keskeisille väylille maankäytön tiivistämissuunnitelmien seurauksena.

Uudenmaan ELY-keskus on vuonna 2012 laatinut yleissuunnitelman ”Pääkaupunkiseudun päätieverkon tiedo-tusopastejärjestelmä”. Työssä on määritelty muun muassa seuraavat häiriötiedotuksen kannalta oleelliset asiat:

- Eri häiriötilanteisiin liittyvät tiedotusperiaatteet, keskittyen satunnaisiin häiriöihin kuten onnettomuudet)
- Viestisisältö opasteittain (huomioiden olemassa olevat opasteet ja tavoitetilanteen opasteet).

Laadittu vuoden 2012 suunnitelma on osin viitteellinen ja siinä ei ole otettu kantaa tiedotusjärjestelmän ohjaus-tekniseen toteutukseen. Suunnitelmassa onkin tunnistettu jatkotoimenpiteinä ohjausautomaatiikan suunnittelut, joita suunnitelmaa laadittaessa ei ollut mahdollista tehdä.

Edellä mainitun yleissuunnitelman jälkeen Liikennevirasto on käynnistänyt tieliikenteen hallintajärjestelmien ohjauksen uudistavan T-LOIK-tietopalveluhankkeen, joka mahdollistaa verkollisen näkökulman ohjaustoimin-not aikaisempiin vaihtuvan ohjauksen järjestelmärakenteisiin verrattuna. Käynnissä on myös LIIKETTA-projekti, jonka tavoitteen on hankkia matka-aikatietoa päätieverkolta kattavalla laajuudella. T-LOIK-kehitys ja uusi mat-ka-aikatieto mahdollistavat sen, että vuoden 2012 yleissuunnitelmassa hahmoteltuja häiriötiedotusperiaatteita voidaan jatkojalostaa ja toteuttaa häiriönhallinnan ohjaukset mahdollisimman korkealla automaatioasteella.

Aikaisemmissa Suomeen toteutetuissa vaihtuvissa ohjausjärjestelmissä häiriönhallinnan ohjaustoiminnoilla on tunnistettu saavutettavan yhteiskuntataloudellisia hyötyjä, mutta hyötyjen arviointia ei ole tehty yhtenäisin mene-telmin.

1.2 Työn tavoitteet ja sisältö

Työn ensimmäisenä tavoitteena on käynnistää pääkaupunkiseudun päätieverkon palvelutasoa ylläpitävän häiriönhallinta-automaatiikan suunnittelu. Suunnittelun tavoitteena on **laatia toimintaperiaate älykkäälle häiriönhallinnan ohjausautomaatiikalle, joka hyödyntää täysimääräisesti hankinnassa olevaa Liikenneviraston matka-aikapalvelua ja T-LOIK-kehitystä**. Häiriönhallinta-automaatiikalla arvioidaan olevan erittäin tärkeä rooli tieliikenteen vaihtuvassa ohjauksessa kasvavalla pääkaupunkiseudulla. Suunnitteluprosessin yhteydessä ratkotaan opastekohtaisen ohjauspolitiikan laadintaan liittyviä kysymyksiä ja tehdään tarvittavat yleiset linjaukset, jotta jatkossa tehtävät hankekohtaiset toteutukset ovat mahdollisimman yhtenäiset.

Työn toisena tavoitteena on laatia tiedotusopasteiden **toteutukseen tähtäävä yleissuunnitelmatasoinen hankekokonaisuus**, joka on riittävän laaja perustelemaan suunniteltavan häiriönhallinta-automaatiikan toteutusta ja on tarkoituksenmukainen vaikuttavuudeltaan.

Hankekokonaisuuden määrittämiseksi työssä tehdään tiedotusopasteiden sijaintiin ja häiriönhallinta-automaatiikan toimintaperiaatteeseen nojaavia vaikutustarkasteluja, joiden avulla tarkempaan suunnitteluun vietävä hankekokonaisuus voidaan päättää. Hankekokonaisuuden määrittämisessä huomioidaan myös käynnissä olevat vaihtuvan ohjauksen toteutus- ja suunnitteluhankkeet.

Työn tavoitteiden perusteella työn sisältö jaetaan kolmeen osakokonaisuuteen:

1. Suunnitellaan **toimintaperiaate häiriönhallinnan ohjausautomaatiikalle**, joka hyödyntää T-LOIK-tietopalvelukehitystä ja hankinnassa olevaa Liikenneviraston matka-aikatietoa ja joka palvelee nykyisiä tarpeita verkollisen tiedotuksen osalta. Tätä osuutta käsitellään raportin luvussa 2.
2. Tarkastellaan, **missä pääkaupunkiseudun päätieverkolla kohdassa 1 suunnitellulle häiriönhallinta-automaatiikalle on suurimmat tarpeet**. Tämä tarkastelu priorisoi opastetoteutukset keskenään ja mahdollistaa yhteiskuntataloudellisten hyötyjen suuruusluokan arvioinnin. Tätä osuutta käsitellään raportin luvussa 3.
3. **Laaditaan pääkaupunkiseudun verkollisten tiedotusopasteiden ja seurantalaitteiden hankekokonaisuus, jossa esitetään toteutettavaksi kohdassa 2 selvitetty opasteet, joista muodostuu tarkoituksenmukainen kokonaisuus** (huomioiden hyödyt ja opasteiden riittävä määrä perustelemaan ohjausautomaatiikan toteutusta). Hankekokonaisuudessa huomioidaan opasteiden sijoitussuunnittelun lisäksi päätieverkon seurantalaitteiden (kamerat, tiesääasemat) täydennystarpeet. Hankekokonaisuutta käsitellään raportin luvussa 4.

2 Häiriönhallintaohjaus

2.1 Toimintaperiaate

Päätieverkolle hankittava matka-aikatieto ja T-LOIK-kehitys mahdollistavat toteutuksen, jossa ohjausautomaatiikka reagoi päätieverkon sujuvuusongelmiin ja käynnistää sujuvuusongelmista informoivan tai varoittavan ohjauksen. Toisaalta, on myös tarve pystyä informoimaan vakavista häiriöistä, joissa tieto tilanteesta on tärkeämpi kuin tieto tilanteen vaikutuksista liikenteen sujuvuuteen. Nämä kaksi toiminnallisuutta muodostavat **häiriönhallintaohjauksen** kokonaisuuden.

Liikenteen sujuvuustilannetta seuraavaa automatiikkaa kutsutaan **sujuvuustieto-ohjaukseksi**. Tavoitteena on, että suurin osa verkollisista häiriöistä voidaan hallita sujuvuustieto-ohjauksen avulla.

Sujuvuustieto-ohjaus toimii täysin automaattisesti, perustuen matka-aikatietoon ja sen tulkintaan. Sujuvuustieto-ohjaus reagoi lähtökohtaisesti sekä säännöllisiin ruuhkiin että poikkeuksellisiin sujuvuushäiriöihin. Sujuvuustieto-ohjausta varten päätieverkko tulee jakaa ajoratakohtaisesti linkkeihin, joiden sujuvuustilannetta seurataan. Linkit määritellään matka-aikatietohankinnan tuomien mahdollisuuksien ja reunaehtojen mukaan. Sujuvuustieto-ohjausta varten linkkien liikennetilannetta tarkastellaan 5-portaisen sujuvuusluokituksen A...E avulla (sujuvuusluokka A = sujuva liikenne ... sujuvuusluokka E = liikenne seisoo).

Jotta automatiikka tunnistaa, onko kyseessä tavanomainen vai poikkeuksellinen sujuvuushäiriö, tulee automatiikan osaksi toteuttaa tätä toimintoa palveleva analytiikka, joka vertaa mitattua sujuvuusluokkaa muun muassa sujuvuustietohistoriaan. Analytiikan toimintaperiaatteita ei suunnitella tarkemmin tässä työssä.

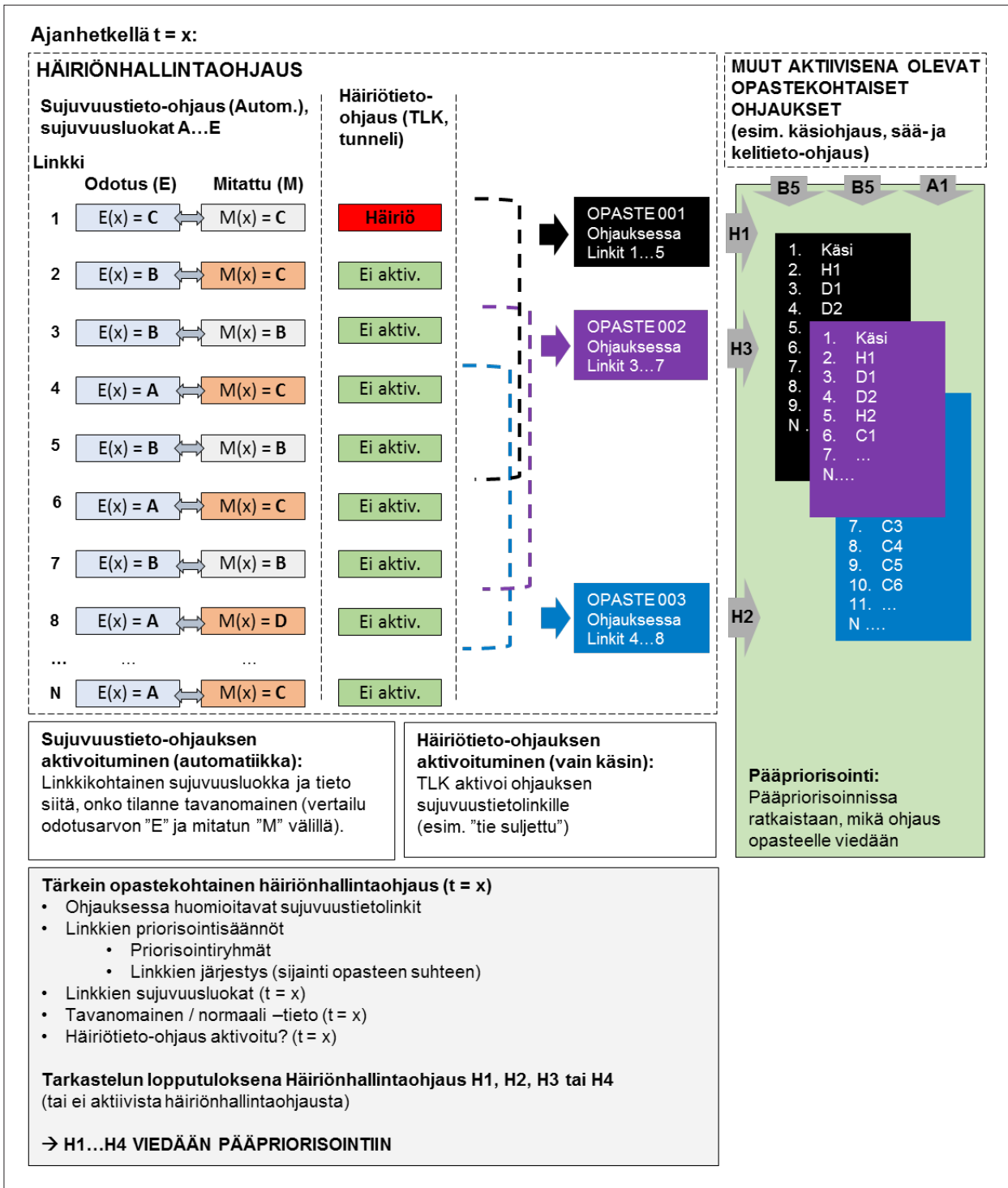
Tieliikennekeskuksen havaitessa, että kyseessä on tien kapasiteetin romahduttava onnettomuus tms. vakava häiriötilanne, voidaan tarvittaessa käynnistää häiriöstä tiedottava ohjaus, eli **häiriötieto-ohjaus**. Häiriötieto-ohjauksessa tavoitteena on, että päivystäjä voi aktivoida esiasetetun häiriötilanteen tietyille linkille (samat kuin sujuvuustieto-ohjauksessa), ja automatiikka ohjaa tarvittavia opasteita laadittujen sääntöjen ja sujuvuustiedon perusteella. Päivystäjä voi näin keskittyä häiriötilanteen tilannekuvan seurantaan ja viranomaisyhteistyöhön. Lähtökohta on, että **häiriötiedotusohjausta käytetään vain poikkeuksellisen vakavissa häiriöissä, kuten esim. tie suljettu -tilanteissa**. Häiriötieto-ohjaus voidaan asettaa käynnistettäväksi automaattisesti tilanteissa, joissa tietunnelin liikenteenhallintajärjestelmällä on suljettu tunnelialueen ajorata tai useita tunnelin kaistoja. Myös liikennetietoilmaisimen (esim. liikennetutka) luotettava havainto vakavasta häiriöstä voidaan asettaa aktiivimaan häiriötieto-ohjaus.

Häiriönhallintaohjauksen toimintaperiaate ja sen yhteensovittaminen muuhun ohjausautomaatiikkaan on esitetty seuraavassa pääpiirteittäin (ks. myös kuva 1):

- Jokaiselle häiriönhallintaohjauksen piiriin kytkettävälle tiedotusopasteelle määritellään linkit, joiden sujuvuus- ja häiriötieto vaikuttaa opasteen ohjaukseen. On huomioitava, että monessa tapauksessa useampi kuin yksi opaste hyödyntää saman linkin sujuvuusluokka- ja häiriötietoa (eli yksi linkki on kytketty useamman opasteen ohjaukseen).
- Linkkikohtaisesti tarkastellaan sitä, mikä on linkin vallitseva eli mitattu sujuvuusluokka ja miten mitattu tilanne suhteutuu sujuvuusluokan odotusarvoon (mm. historiatietoon perustuen). Häiriötieto-ohjaus (tieliikennekeskuksen tai esim. tunnelin liikenteenhallintajärjestelmän käynnistämä ohjaus vakavan häiriötilanteen vuoksi) aktivoituu myös linkkitasolla.

- Lähtökohta on, että häiriöhallintaohjauksella on neljä pääpriorisoinnissa (jossa häiriöhallintaohjaukset priorisoidaan muiden ohjausten kesken) tarkasteltavaa luokkaa, Häiriöhallintaohjaus 1...4 (H1...H4). Kunkin linkin ja linkin eri olosuhteiden osalta määritellään (opastekohtaisesti), mikä häiriöhallintaohjaus (H1...H4) opasteen ohjaukseen aktivoituu.
- Se, mikä eri linkeillä samaan aikaan voimassa olevista liikennetilanteista (sujuvuustieto tai häiriötieto) on kulloinkin tärkein, ratkaistaan opastekohtaisten priorisointisääntöjen avulla. Priorisointisäännöt määritellään jokaiselle opasteelle erikseen, huomioiden opasteen sijainti tieverkolla ja opasteen ohjaukseen kytkettyjen linkkien sijainnit suhteessa opasteeseen. Opasteen ohjaukseen kytketyt linkit jaotellaan eri priorisointiryhmiin ja linkit asetetaan keskenään tärkeysjärjestykseen näissä ryhmissä.
- Korkein voimassa oleva häiriöhallintaohjaus viedään pääpriorisointiin, jossa kaikki opastelle voimassa olevat ohjaukset (mm. sää- ja kelitieto-ohjaus, käsiohjaukset, paikalliset ruuhkavaroitukset) priorisoidaan keskenään. Tämä priorisointi tehdään T-LOIK:in yleispätevien periaatteiden mukaisesti.

Seuraavissa alaluvuissa 2.2...2.5 käsitellään yllä esitettyä periaatekuvausta tarkemmin.



Kuva 1. Häiriöhallintaohjauksen toimintaperiaate ja ohjauksen yhteensovitus muun ohjausautomaatiikan kanssa. Näitä asioita käsitellään tarkemmin seuraavissa alaluvuissa.

2.2 Sujuvuustieto-ohjaus

Sujuvuustieto-ohjauksen suunnittelun lähtökohtana on, että ohjausautomaatiikan käytössä on tieosuus- eli linkkikohtaista matka-aikatietoa, jonka hankintaa Liikennevirasto valmisti tämän työn aikana. Matka-aikatiedosta oletetaan saatavan tarkasteltavan linkin keskimääräinen nopeustaso joko suoraan tai johdettuna linkin pituuden ja sen keskimääräisen matka-ajan osamäärästä.

Sujuvuustieto-ohjausta varten päätieverkko jaetaan linkkeihin sujuvuustieto-ohjaukseen käytettävien tietolähteiden reunaehtojen mukaisesti. Automaatti seuraa jokaisen linkin liikennetilannetta (keskimääräistä nopeustasoa), ja mikäli nopeustaso laskee alle voimassa olevien raja-arvojen, sujuvuustieto-ohjaus aktivoituu.

2.2.1 Sujuvuusluokitus

Sujuvuustilanteen seuranta ja häiriön vakavuuden arviointia varten päätieverkon linkeille määritellään sujuvuusluokitus, joka kuvaa linkin liikennetilannetta sujuvuuden näkökulmasta. Sujuvuusluokka määräytyy periaatetasolla liikenteen havaitun nopeustason ja liikenteen vapaan nopeuden suhteessa. Vapaa nopeus tarkoittaa tieosuuden nopeustasoa normaaliolosuhteissa väljän liikenteen aikana.

Sujuvuusluokituksen periaate esitettynä suhteellisen nopeuden avulla (linkkikohtaisesti käytetään km/h -tietoa):

- Sujuvuusluokka A – Sujuva liikenne; $V(\text{havaittu}) > 0,90 * V(\text{vapaa})$
- Sujuvuusluokka B – Hidastunut liikenne; $V(\text{havaittu}) > 0,70 \dots 0,90 * V(\text{vapaa})$
- Sujuvuusluokka C – Jonoutuva liikenne; $V(\text{havaittu}) = 0,50 \dots 0,70 * V(\text{vapaa})$
- Sujuvuusluokka D – Pysähtelevä liikenne; $V(\text{havaittu}) = 0,15 \dots 0,50 * V(\text{vapaa})$
- Sujuvuusluokka E – Seisova liikenne; $V(\text{havaittu}) < 0,15 * V(\text{vapaa})$

Sujuvuusluokat on pyritty yhteensovittamaan ”tieliikenteen vaihtuvan ohjauksen ohjauspolitiikan laadinta” -ohjeen (Liikennevirasto 19/2014) mukaisen 4-portaisen olosuhdeluokituksen kanssa. Tässä työssä esitetään otettavaksi käyttöön uusi sujuvuusluokka E (seisova liikenne), joka informoi liikenteen erittäin voimakkaasta hidastumisesta. Sujuvuusluokka E on suunniteltu niitä tilanteita varten, joissa liikennevirrasta saatujen havaintojen perusteella ei ole takeita siitä, onko häiriökohta ohitettavissa (ajorata mahdollisesti kokonaan pois käytöstä).

Taulukko 1. Sujuvuusluokakohtaiset viestit.

Sujuvuusluokka	Viesti suomeksi	Viesti ruotsiksi
A	(lähtökohtaisesti ei sujuvuustietoviestiä)	
B	(lähtökohtaisesti ei sujuvuustietoviestiä)	
C	LIKENNE JONOUTUU	KÖBILDNING
D	LIKENNE PYSÄHTELEE	UPPSTANNANDE KÖ
E	LIKENNE SEISOO	STILLASTÄENDE TRAFIK

Normaalitasoon verrattuna hieman hidastunut liikenne (sujuvuusluokka B) ei ole merkityksellinen verkollisen liikennetieto-ohjauksen näkökulmasta.

Sujuvuusluokitukseen liittyvät sujuvuustietolinkikohtaiset raja-arvot määritellään edellä mainittujen periaatteiden mukaisesti linkin nopeustietoon (km/h) perustuen. Määriteltäviä asioita ovat ainakin:

- Mitkä ovat sujuvuusluokkakohtaiset (A...E) liikenteen keskinopeustasot. Tätä varten on määriteltävä nopeustason ylä- ja alarajat.
- Miten siirtyminen eri sujuvuusluokkien välillä tapahtuu. Jotta sujuvuusluokitus ei "sahaa" mitatun nopeustason ollessa lähellä eri sujuvuusluokkien välistä rajaa, voidaan määritellä nopeustason muutosvaatimukset. Muutosvaatimusehto voi olla esimerkiksi seuraava:
 - Mikäli mitattu nopeustaso alittaa voimassa olevan sujuvuusluokan alarajan 0...10 km/h, tulee alituksen olla voimassa yhtäjaksoisesti 120 sekuntia, jotta sujuvuusluokka vaihtuu. Mikäli nopeustaso alittuu enemmän kuin 10 km/h, sujuvuusluokka muuttuu välittömästi. (Tällainen vaatimus on kuvan 2 esimerkissä siirryttäessä sujuvuusluokassa D → E. Parametrit on esitetty sarakkeessa "LASKU").
 - Mikäli nopeustaso ylittää voimassa olevan sujuvuusluokan ylärajan 0...5 km/h, tulee ylityksen olla voimassa yhtäjaksoisesti 60 sekuntia, jotta sujuvuusluokka vaihtuu. Mikäli nopeustaso ylittyy enemmän kuin 5 km/h, sujuvuusluokka muuttuu välittömästi. (Tällainen vaatimus on kuvan 2 esimerkissä siirryttäessä sujuvuusluokassa E → D, parametrit on esitetty sarakkeessa "NOSTO").

HÄIRIÖNHALLINTAOHJAUS: LINKKIEN HALLINTA							
LINKKI X – OLOSUHDELUOKITUS							
SUJUVUUSLUOKKA		YLÄRAJA (km/h)	ALARAJA (km/h)	LASKU (km/h, s)		NOSTO (Km/h, s)	
A	Liikenne sujuvaa	-	90			+ 0...5	120
B	Liikenne hidastunut	90	70	- 5...0	60	+ 0...10	120
C	Liikenne jonoutuu	70	50	- 5...0	60	+ 0...10	120
D	Liikenne pysähtele	50	15	- 5...0	60	+ 0...5	60
E	Liikenne seisoo	15	-	- 10...0	120		

Kuva 2. Esimerkki kuvitteellisen yksittäisen linkin sujuvuustieto-ohjaukseen liittyvistä sujuvuusluokituksen parametreista. Kuvan mukaisella näkymällä voitaisiin hallita sujuvuusluokituksen parametreja.

2.2.2 Sujuvuustieto-ohjauksen aktivoituminen linkillä

Sujuvuustieto-ohjauksen aktivoituminen linkillä riippuu ajankohdasta ja mitatusta sujuvuusluokasta. Se, mitkä aktivoituneet sujuvuustieto-ohjaukset viedään tiedotusopasteen ohjauksen pääpriorisointiin, ratkaistaan opastekohtaisissa määrittelyissä ja säännöissä. Tieto siitä, onko mitattu sujuvuusluokka poikkeuksellinen häiriö, vaikuttaa ohjauksen priorisointiin.

Lähtökohtana on, että ohjausautomaatiikkaan toteutettu analytiikka tunnistaa mm. liikenteen nopeushistoriatietoon perustuen sujuvuusluokituksen odotusarvot viikonpäivä- ja kellonaikakohtaisesti. Tämän avulla erotetaan tavanomainen sujuvuushäiriö (= normaali ruuhka) ja poikkeuksellinen häiriö. Sujuvuusluokituksen odotusarvo muodostetaan yhtenäisesti edellisessä alaluvussa esitettyjen sujuvuusluokkien A-E määrittelyn kanssa (nopeustason yläraja-alaraja). Mikäli linkin sujuvuusluokan määrittelyä muutetaan, muutos huomioidaan automaattisesti myös sujuvuusluokan odotusarvon määrittämisessä.

Sujuvuustieto-ohjauksen aktivoitumista varten määritellään ajankohdasta riippuvat sujuvuusluokat, jotka toteutuessaan (perustuen sen hetkisen mitattuun nopeustasoon) johtavat sujuvuustieto-ohjauksen aktivoitumiseen linkillä (kuvassa 3 sarakkeet "AIKAVÄLI" ja SUJUVUUSLK.(mitattu)"). Määrittely tehdään opasteen ohjausautomaatiikan käyttöönnoton yhteydessä. Automaatiikassa tulee olla mahdollista valita, aktivoituuko tavanomaisten ruuhkatilanteiden sujuvuusluokat (ks. kuvan 3 esimerkki, "MA klo 8:15-8:45"). Tavanomaiset ruuhkat lähtökohdaisesti priorisoidaan poikkeuksellisia häiriöitä alemmas. Niiden opasteiden osalta, jotka sijaitsevat vaihtuvan

nopeusrajoitus- ja ruuhkavaroitussjärjestelmän vaikutusalueella, tulee kiinnittää erityistä huomiota ohjaustoimintojen yhteensovitukseen.

Linkkikohtaisesti on tarpeen voida valita se, miten siirtyminen sujuvuusluokkien välillä vaikuttaa sujuvuustieto-ohjauksen aktivoitumiseen. Lähtökohtaisesti on aina järkevää huomioida ohjauksessa tilanteet, joissa sujuvuusluokka heikentyy ($C \rightarrow D \rightarrow E$). Mikäli häiriötilanteesta aiheutuva sujuvuushäiriö on purkautumassa ($E \rightarrow D \rightarrow C$), voidaan esim. C-sujuvuusluokan sujuvuustieto-ohjaus jättää aktivoimatta, koska sujuvuustilanteen paranemisen myötä ohjaus ei välttämättä ole tarpeen (ei enää tiedoteta tilanteesta, jonka oletetaan kohta olevan ohi). Kuvan 3 esimerkissä sarakkeessa "YLÖS" on esitetty, että sujuvuusluokan parantuessa luokasta E aktivoituu vain sujuvuusluokan D ohjaus. On kuitenkin syytä määritellä (muutettavissa oleva) aika, jonka jälkeen sujuvuusluokkien välisten siirtymien seuranta "resetoituu".

HÄIRIÖNHALLINTAOHJAUS: LINKKIEN HALLINTA							
LINKKI X – OHJAUksen MÄÄRITTELY							
NORMAALI LIIKENNETILANNE (ANALYTIKKA)			SUJUUVUUSTIETO-OHJAUksen AKTIVOITUMINEN				
PÄIVÄ	AIKAVÄLI	SUJUUVUUSLK. (odotus)	AIKAVÄLI	SUJUUVUUSLK. (mitattu)	ALAS	YLÖS	RESET (min)
MA	00:00 – 06:45	A	00:00 – 07:00	C, D, E	C, D, E	D	15
MA	06:45 – 8:15	B	07:00 – 08:20	C, D, E	C, D, E	D	15
MA	8:15 – 8:45	C	08:20 – 8:45	C*, D, E	C, D, E	D	15
MA	8:45 – 23:59	A	8:45 – 23:59	C, D, E	C, D, E	D	15
TI	00:00 – 06:45	A	00:00 – 07:00	C, D, E	C, D, E	D	15
TI
...
*) Sujuvuusluokka on määritetty aktivoituvaksi, vaikka kyseessä on tavanomainen ruuhka. Tavanomaisen ruuhkan prioriteetti suhteessa poikkeukselliseen häiriöön on matalampi.							

Kuva 3. Esimerkki yksittäisen kuvitteellisen linkin sujuvuustieto-ohjauksen määrittelyyn tarvittavista parametreista. Kuvan mukaisella näkymällä voitaisiin hallita sujuvuustieto-ohjauksen parametreja.

2.3 Häiriötieto-ohjaus

Häiriötieto-ohjausta voidaan hyödyntää tilanteissa, joissa häiriötilanteesta informoiminen katsotaan olevan tehokkaampaa kuin tilanteesta johtuvan sujuvuustiedon esittäminen. Tällaisia tilanteita ovat mm. ne, joissa koko ajorata tai useampi kaista monikaistaiselta ajoradalta on suljettu.

Häiriötieto-ohjauksen osalta ei laadita vastaavaa luokitusta kuin sujuvuustieto-ohjauksessa. Häiriötieto-ohjaus on aina tärkein yksittäisen linkin häiriöhallintaohjaus.

Häiriötieto-ohjaus voidaan aktivoida linkille tieliikennekeskuksen päivystäjän toimesta tai automaattisesti tietun-
nelien ohjausjärjestelmästä saatavan tiedon perusteella. Tunnelien ohjausjärjestelmistä voidaan saada esim.
"tunneliputki suljettu" tai "kaksi kaistaa suljettu" -tieto. On myös mahdollista, että jatkossa liikennetietoilmaiset
(esim. liikennetutka) kykenevät tuottamaan luotettavaa "tie suljettu" tai "kaistoja suljettu" -tietoa.

Häiriötieto-ohjauksessa päivystäjän päätöksentekoa tukee sujuvuustieto-ohjausautomaatiikan lisäksi seuranta-
kamerakuva tieverkolta.

2.4 Häiriöhallintaohjausautomaatiikan opastekohtainen määrittely

Jotta linkkien sujuvuustietoa esitetään liikennejärjestelmän kannalta järkevillä opasteilla, opastekohtaisesti tulee määritellä seuraavat asiat:

- Mitkä sujuvuustietolinkit huomioidaan yksittäisen opasteen ohjauksessa.
- Miten sujuvuustietolinkkien liikennetilanne (sujuvuusluokitus, häiriötieto) vaikuttaa opasteen ohjauskoko-
naisuuteen.
- Miten sujuvuustietolinkeillä aktivoituneet sujuvuustieto-ohjaukset (ks. edelliset alaluvut) priorisoituvat kes-
kenään tilanteissa, joissa useampi ohjaus on aktiivinen.

2.4.1 Linkkien valinta opasteiden ohjaukseen

Kullekin opasteelle määritellään erikseen ne sujuvuustietolinkit, jotka huomioidaan opasteen ohjauksessa. Valin-
nassa on syytä hyödyntää liikennemallin (HELMET) suuntautumisanalyysyä. Liikennemallin suuntautumisa-
nalyysi antaa tietoa siitä, mihin keskeiset liikennevirrat opasteen kohdalta kulkevat päätieverkolla. Mitä kor-
keampi prosentti opasteen ohi kulkevasta liikenteestä kulkee sujuvuustietolinkkiä vastaavalla tieosuudella, sitä
tärkeämpi linkki opasteen ohjauksen näkökulmasta on.

Tässä työssä tehtyjen vaikutusarvioiden lähtökohtana oli, että päätieverkon liittymäväliille, johon vähintään 10%
opasteen ohittavasta liikenteestä suuntautuu, huomioidaan ohjauksessa. Monessa tapauksessa voi olla tarpeen
liittää linkkejä opasteen ohjauksen piiriin myös tätä kauemmalta verkolta.

Linkkien määrittely tehdään opastekohtaisen ohjauspolitiikan laadinnan yhteydessä.

2.4.2 Häiriöhallintaohjaus osana opasteiden ohjauksen kokonaisuutta

Opasteen ohjaukseen liitettyjen linkkien sujuvuustilanne päätellään linkkitasolla ja sujuvuustilanne on riippu-
maton esim. linkin tietoja hyödyntävien opasteiden sijainneista. Linkkien sujuvuustilanteen merkitys opasteen
ohjaukseen taas on hyvinkin riippuvainen seuraavista tekijöistä:

- Kuinka vakava linkin sujuvuushäiriö on.

- Kuinka tärkeällä väylällä opasteen kohdalla kulkevan liikenteen näkökulmasta linkki sijaitsee.
- Kuinka lähellä opastetta linkki sijaitsee.

Näin ollen, kaukana opasteesta sijaitsevan linkin vakava sujuvuushäiriö saattaa olla opasteen ohjauksen näkökulmasta vähemmän tärkeämpi kuin lähellä opastetta sijaitsevan linkin lievempi sujuvuushäiriö.

Häiriönhallintaohjaus tulee priorisoida muiden ohjaustoimintojen kesken (esim. sää- ja kelitieto-ohjaus, paikalliset ruuhkavaroitukset). Tämä tapahtuu ohjauksen pääpriorisoinnissa. Tätä varten esitetään, että opasteiden ohjaukseen voi aktivoitua neljä eri häiriönhallintaohjausta (H1...H4). Häiriönhallintaohjaus 1 on näistä tärkein, ja lähtökohtaisesti tärkein automatiikan tuottama ohjaus opasteelle (vain käsiohjaus ylittää sen).

Se, minkä häiriönhallintaohjauksen (H1...H4) linkin mikäkin sujuvuusluokka tai häiriötieto-ohjaus aktivoi, ratkaistaan opasteen ohjauspolitiikan laadinnassa. Häiriönhallintaohjauksen määrittely tehdään aina tapauskohtaisesti, huomioiden mm. käytössä olevat muut ohjaukset ja sijaintitien ominaispiirteet (esim. nopeusrajoitus, liikenteelliset ongelmat).

Kuvassa 4 on esitetty periaate ohjauksen pääpriorisoinnista. Kuvassa esitetyt sää-, keli- ja liikennetieto-ohjauksen olosuhdeluokat A...D perustuvat ”vaihtuvan ohjausjärjestelmän ohjauspolitiikan laadinta” -ohjeen (Liikennevirasto 2014) määrittelyihin.

Käsiohjaus	
H1)	Häiriönhallintaohjaus 1
D1)	Vaaralliset olosuhteet kelin vuoksi
D2)	Vaaralliset olosuhteet sateen vuoksi
D3)	Vaaralliset olosuhteet näkyvyyden vuoksi
D4)	Vaaralliset olosuhteet liikennetilanteen vuoksi
D5)	Vaaralliset olosuhteet sään, kelin ja liikenteen vuoksi
H2)	Häiriönhallintaohjaus 2
C1, C2)	Huonot olosuhteet kelin vuoksi
C3..C5)	Huonot olosuhteet sateen vuoksi
C6)	Huonot olosuhteet näkyvyyden vuoksi
C7)	Huonot olosuhteet liikennetilanteen vuoksi
C8)	Huonot olosuhteet sään, kelin ja liikenteen vuoksi
H3)	Häiriönhallintaohjaus 3
B1...B4)	Heikentyneet olosuhteet kelin vuoksi
B5, B6)	Heikentyneet olosuhteet sateen vuoksi
B7)	Heikentyneet olosuhteet näkyvyyden vuoksi
B8)	Heikentyneet olosuhteet liikennetilanteen vuoksi
H4)	Häiriönhallintaohjaus 4
A)	Hyvät olosuhteet

Kuva 4. Opasteen ohjauksen pääpriorisoinnin periaate. Eri linkkien eri liikennetilanteet voivat aktivoida jonkun neljästä häiriönhallintaohjauksesta (H1...H4). Tämä päätös tehdään ohjauspolitiikan laadinnassa.

2.4.3 Tärkein aktiivisena oleva häiriönhallintaohjaus

Opasteen ohjaukseen kytketään useita häiriönhallintaohjauksia tuottavia linkkejä. Näin ollen on todennäköistä, että usealla linkillä on samanaikaisesti aktivoitunut häiriönhallintaohjauksia. Ennen kuin häiriönhallintaohjaus (H1..H4) voidaan viedä pääpriorisointiin, tulee päätellä, mikä aktiivisena olevista ohjauksista on tärkein. Tätä varten opasteen ohjaukseen kytkettyjen linkkien tuottamat häiriönhallintaohjaukset tulee priorisoida keskenään.

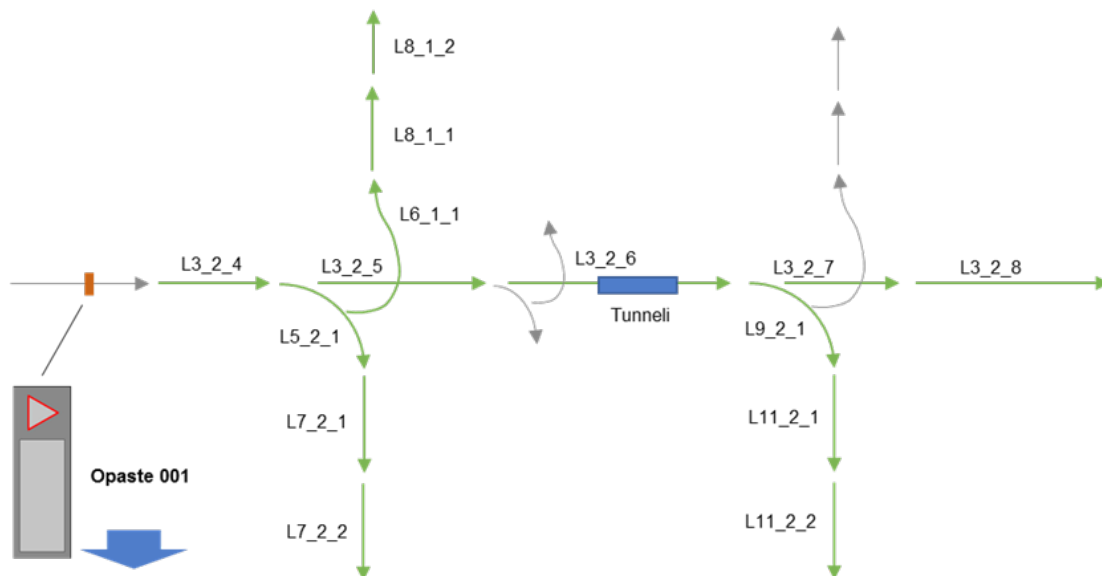
Priorisointi tehdään priorisointiryhmien avulla. Linkit jaetaan eri priorisointiryhmiin, ja priorisointisäännöt määritellään näiden ryhmien välillä. Priorisointiryhmien sisällä linkit laitetaan tärkeysjärjestykseen (lähtökohtaisesti sijainnin perusteella: opastetta lähin linkki on tärkein). Näin voidaan asettaa kaikkien ohjaukseen kytkettyjen linkkien kaikki mahdolliset ohjaukset järjestykseen säännöillä, jotka ovat lukumäärältään hallittavissa.

Alla on esitetty lähtökohtaisia periaatteita opasteen ohjaukseen liitettyjen linkkien keskinäiseen priorisointiin. Priorisointi on kuitenkin syytä tarkastella aina tapauskohtaisesti.

- Linkit, joille suurin osa opasteen ohi kulkevasta liikenteestä suuntautuu, ovat priorisoinnissa tärkeimpiä. Säteittäisten väylien osalta useimmissa tapauksissa nämä linkit sijaitsevat samalla tiellä kuin opaste.
- Opastetta lähellä sijaitsevat (esim. kehätielle erkanevat) linkit ovat usein myös erittäin tärkeitä, vaikka niille suuntautuvan liikenteen osuus ei olisikaan huomattavan korkea.
- Lähimmän linkin sujuvuustieto esitetään ensisijaisesti, mikäli useammalla linkillä on aktiivisena likimain samanvertaisia olosuhteita (= aikaisemmin kuvattu saman priorisointiryhmän linkkien keskinäinen järjestys).
- Tärkeimpien ja lähimpien linkkien osalta on syytä esittää viestejä lievemmistäkin sujuvuushäiriöistä (sujuvuusluokka C). Kauempana sijaitsevien tai liikenteen suuntautumisen näkökulmasta vähemmän tärkeiden linkkien osalta on syytä esittää tietoa vain vakavista sujuvuushäiriöistä (D tai E tai vain häiriötieto).

Kuvassa 5 on esimerkki yksittäisen opasteen häiriönhallintaohjauksen määrittelystä. Esimerkissä opasteen ohjaukseen on kytketty 14 linkkiä. Linkit on jaettu neljään eri priorisointiryhmään. Kuvan taulukko-osassa on esitetty linkkien ja eri olosuhteiden välinen priorisointi sekä häiriönhallintaohjaus (H1...H4), mikä aktivoituu kunkin linkin ja olosuhteen (häiriö, sujuvuusluokka) osalta. Käytännössä kuvan taulukko-osa on **opasteen ohjauspolitiikka häiriönhallintaohjauksen osalta**.

(Ohjauspolitiikassa tulee vielä määritellä kyseisten ohjausten viestisisältö opasteessa. Tätä käsitellään seuraavassa alaluvussa).



OPASTE 001: HÄIRIÖNHALLINTAOHJAUksen MÄÄRITTELY

Opasteen ohjaukseen liitetyt linkit, häiriötieto-ohjauksen ja sujuvuusluokkien keskinäinen prioriteetti ja pääpriorisointiin vietävä häiriönhallintaohjaus H1...H4

LINKKI	PRIOR. RYHMÄ	JÄRJESTYS	Häiriötieto-ohjaus ja sujuvuusluokat						
			HTO	E (p)	E (n)	D (p)	D (n)	C (p)	C (n)
L3_2_4	1	1	1, H1	2, H1	4, H2	5, H2	7, H2	20, H3	21, H3
L3_2_5	1	2	1, H1	2, H1	4, H2	5, H2	7, H2	20, H3	21, H3
L3_2_6	1	5	1, H1	2, H1	4, H2	5, H2	7, H2	20, H3	21, H3
L3_2_7	2	3	3, H2	6, H2	8, H2	13, H2	18, H3	22, H3	-
L3_2_8	2	4	3, H2	6, H2	8, H2	13, H2	18, H3	22, H3	-
L5_2_1	1	3	1, H1	2, H1	4, H2	5, H2	7, H2	20, H3	-
L6_1_1	1	4	1, H1	2, H1	4, H2	5, H2	7, H2	20, H3	-
L7_2_1	3	1	9, H2	11, H2	14, H2	16, H2	19, H3	-	-
L7_2_2	3	2	9, H2	11, H2	14, H2	16, H2	19, H3	-	-
L8_1_1	2	1	3, H2	6, H2	8, H2	13, H2	18, H3	-	-
L8_1_2	2	2	3, H2	6, H2	8, H2	13, H2	18, H3	-	-
L9_2_1	4	1	10, H2	12, H2	15, H2	17, H3	-	-	-
L11_2_1	4	2	10, H2	12, H2	15, H2	17, H3	-	-	-
L11_2_2	4	3	10, H2	12, H2	15, H2	17, H3	-	-	-

Taulukon sisällön kuvaus

LINKKI Opasteen ohjaukseen kytketyt sujuvuustietolinkit
 PRIOR. RYHMÄ Määrittelee kunkin linkin priorisointiryhmän
 JÄRJESTYS Priorisointiryhmään kuuluvien linkkien keskinäinen järjestys priorisoinnissa
 HTO Häiriötieto-ohjaus
 E (p) Sujuvuusluokka E, poikkeuksellinen häiriö
 D (n) Sujuvuusluokka D, normaali ruuhka

Häiriötieto-ohjaus ja sujuvuusluokat –sarakeiden soluissa olevat numero ja kirjain-numeroyhdistelmä (esim. "4, H2"):

- Numero ("4") osoittaa linkin häiriötieto-ohjauksen tai tietyn aktivoituneen sujuvuusluokan tärkeysjärjestyksen opasteella samaan aikaan aktiivisena olevien häiriönhallintaohjausten keskinäisessä priorisoinnissa. Samassa priorisointiryhmässä olevien linkkien häiriötieto-ohjauksessa tai tietyssä sujuvuusluokassa prioriteettinumero on sama (järjestysnumero asettaa saman priorisointiryhmän linkit keskinäiseen järjestykseen priorisoinnissa).
- "H2" → pääpriorisoinnissa aktivoituu Häiriönhallintaohjaus 2, mikäli tietyn linkin tietty häiriötieto-ohjaus/sujuvuusluokka on tärkein aktiivisena oleva häiriönhallintaohjaus.

Kuva 5. Esimerkki opasteen häiriönhallintaohjauksen määrittelystä.

2.5 Opasteessa esitettävien viestien muodostaminen

Opasteessa esitettävien viestien muodostusperiaatteet on esitetty seuraavassa. Periaatteet on laadittu siitä lähtökohdasta, että käytössä on varoitusmerkin ja tekstillisen kilven yhdistelmäopasteita, joissa tekstillisen kilven koko on 4 x n. 20 merkkiä ja varoitusmerkin yhteydessä on pieni lisäkilpi. Opasteessa esitetään viesti suomeksi ja ruotsiksi ilman viestin vaihtamista. Näin ollen käytössä on 2 x n. 20 merkkiä / viestisisältö.

2.5.1 Tiedotettava tilanne samalla tiellä kuin opaste (sujuvuustieto-ohjaus)

Kun tiedotettava tilanne (sujuvuustieto-ohjaus) sijaitsee samalla tiellä kuin opaste, tiedotusopasteviestin rakenne on seuraava:

Varoitusmerkki	Sujuvuusluokkaa kuvaava teksti
	Sijaintia tarkentava teksti (tarvittaessa)
Etäisyys kohteeseen -tieto lisäkilvessä	Ruotsinkielinen vastaava sujuvuusluokkaa kuvaava teksti
	Ruotsinkielinen vastaava sijaintia tarkentava teksti

Sujuvuusluokkaa kuvaavat tekstit ovat:

Sujuvuusluokka	Varoitusmerkki	Viesti suomeksi	Viesti ruotsiksi
C	'ruuhka'	LIIKENNE JONOUTUU	KÖBILDNING
D	'ruuhka'	LIIKENNE PYSÄHTELEE	UPPSTANNANDE KÖ
E	'muu vaara'	LIIKENNE SEISOO	STILLASTÄENDE TRAFIK

Sijaintia tarkennetaan seuraavin periaattein:

- Mikäli tiedotettava häiriö on lähellä (esim. 1–3 km), 'ruuhka'-varoitusmerkin yhteydessä esitettävä etäisyys kohteeseen on riittävä tarkennus.
- Jos opaste ja tiedotettava häiriö sijaitsee säteittäisellä väylällä, sijaintitieto annetaan lähtökohtaisesti liittymänumeron avulla, esim. "LIITTYMÄN 45 JÄLKEEN" (käyttäen liittymäsymbolia).
- Jos opaste ja tiedotettava häiriö sijaitsee kehätiellä, sijaintitieto annetaan pääteiden numeron avulla, esim. "TIEN 3 JÄLKEEN".
- Tarvittaessa voidaan hyödyntää myös yleisesti tunnetun kaupunginosan (viitoituksessa esitettävä aluekeskus) nimeä, mikäli liittymänumeron tai päätienumeron käytön ei katsota soveltuvan kyseiseen tapaukseen.

Muissa pohjoismaissa on käytössä esitystapa, jossa yhdistetään etäisyys kohteeseen -tieto ja vaikutusalueen pituus -tieto. Esimerkiksi kolmen kilometrin etäisyydellä opasteesta alkava 4 kilometrin mittainen tiedotettava osuus esitettäisiin seuraavasti: "3–7 km". Tämä soveltuisi häiriökohdan sijainnin ilmaisimeen ja esitystapaa olisi tässä yhteydessä hyvä kokeilla Suomessa.

2.5.2 Tiedotettava tilanne eri tiellä kuin opaste (sujuvuustieto-ohjaus)

Kun tiedotettava tilanne (sujuvuustieto-ohjaus) sijaitsee eri tiellä kuin opaste, tiedotusopasteviestin rakenne on seuraava:

(Varoitusmerkki: ei käytetä)	Sijaintia kuvaava teksti
	Sujuvuusluokkaa kuvaava teksti
Etäisyys kohteeseen -tietoa	Ruotsinkielinen vastaava sijaintia kuvaava teksti
	Ruotsinkielinen vastaava sujuvuusluokkaa kuvaava teksti

Sujuvuusluokkaa kuvaavat tekstit ovat samat kuin alaluvussa 2.5.1 esitetyt.

Sijaintitiedon esittämisessä viestin perusosa on tien numero (tai nimi), jossa häiriö sijaitsee. Säteittäisten väylien osalta käytetään tien numeroa (esim. "TIE 45" tai "TIE 1") ja kehäteiden osalta nimeä (esim. "KEHÄ I). Perusosan, eli tien numeron tai nimen lisäksi esitetään joko suuntatieto (esim. "TIE 3 TAMPERE" tai "KEHÄ III ITÄÄN") tai tunnetun paikan nimeä (viitoituksessa esitettävä aluekeskus). Paikan nimeä käytettäessä ei viestiosassa lähtökohtaisesti ole tilaa antaa suuntatietoa, joten paikan tulee olla yleisesti hyvin tunnettu.

2.5.3 Häiriötiedotusohjauksen viestit

Häiriötiedotusohjauksessa, jossa sujuvuustiedon sijasta viestitään vallitsevasta häiriöstä, sovelletaan samoja periaatteita kuin sujuvuustieto-ohjauksen viesteissä. Sujuvuusluokkaa kuvaavat tekstit korvataan tilannetta kuvaavilla teksteillä taulukossa 2 esitetyt.

Taulukko 2. Häiriötiedotusohjauksen viestit.

Viesti	Käyttötapaus
"TIE SULJETTU" / "VÄGEN STÄNGD"	Kun tiedossa on, että koko ajorata on suljettu esim. onnettomuuden johdosta tai tunnelijärjestelmän ohjauksen johdosta.
"YKSI KAISTA KÄYTÖSSÄ" / "ETT KÖRFÄLT I BRUK"	Kun useampi kaista on häiriön vuoksi suljettu (esim. onnettomuus, tunnelijärjestelmän kaistaohjaus). Mikäli kaistakapasiteetin vähentyminen ei aiheuta poikkeuksellisen vakavia ruuhkia, on sujuvuustieto-ohjaus parempi ohjaustapa.

Mikäli tiedotettava tilanne sijaitsee samalla tiellä kuin opaste, käytetään varoitusmerkissä 'muu vaara' -merkkiä ja etäisyys kohteeseen -tietoa.

3 Vaikutusarviointi hankekokonaisuuden määrittämiseksi

3.1 Vaikutusarvioinnin tavoitteet

Vaikutusarvioinnin avulla selvitetään, mitkä päätieverkon liittymiä edeltävät tiedotusopasteet muodostavat sellaisen hankekokonaisuuden, joka olisi yhteiskuntataloudellisten vaikutusten näkökulmasta erittäin kannattava ja joka olisi riittävän laaja toteutukseltaan perustelemaan mm. häiriöhallinta-automaatiikan toteutusta. Kannattavuusarvioiden avulla myös selviää, miten eri opastesijainnit priorisoituvat keskenään vaikutuksien suhteen. Vaikutusarviota varten on tehty oletukset, että jokaista pääkaupunkiseudun päätieliittymää edeltää vaihtuva tiedotusopaste ja että opasteiden ohjausautomaattiikka hyödyntää luvussa 2 suunniteltua häiriöhallinta-automaattiikkaa sekä nykyisin yleisesti käytössä olevaa sää- ja kelitieto-ohjausta.

Yhteensä tarkasteluissa on käsitelty 57 opastesijaintia.

Vaikutusarvioiden tarkastelujen perusteella tässä työssä laaditaan yleissuunnitelmatasoinen hankekokonaisuus tiedotusopasteista ja tarvittavista seurantalaitteista (kamerat ja tiesääasemat).

3.2 Laskennassa tarkasteltavat vaikutukset

Luvussa 2 suunnitellulla häiriöhallinta-automaatiikalla voidaan saavuttaa seuraavia vaikutuksia:

- Matka-aikavaikutukset, kun tienkäyttäjällä on ajantasainen ja luotettava tieto sujuvuushäiriön vakavuudesta ja sijainnista tieverkolla. Tämä koskee sekä säännöllisiä ruuhkia että poikkeuksellisia (vakavia) häiriöitä.
- Turvallisuusvaikutukset edellä mainituissa tilanteissa.

Lisäksi tarkastellaan sää- ja kelitieto-ohjauksen turvallisuusvaikutuksia. Sää- ja kelitieto-ohjausautomaattiikka on helposti otettavissa käyttöön suunniteltavan hankekokonaisuuden tiedotusopasteisiin. Sää- ja kelitieto-ohjauksen vaatimat seurantalaitteiston täydennystarpeet tulee huomioida hankekokonaisuuden laajuudessa.

Kohdekohtaisissa toteutuksissa vaihtuvaan ohjaukseen voidaan suunnitella ruuhkavaroitushajauksia tieverkon pullonkaulojen ja häiriöherkkien kohteiden ongelmien vähentämiseksi. Tiedotusopasteilla on luonnollisesti tärkeä rooli näissäkin toteutuksissa. Tässä työssä ruuhkautumiseen liittyvää ohjausta tarkastellaan vain verkollisesta näkökulmasta.

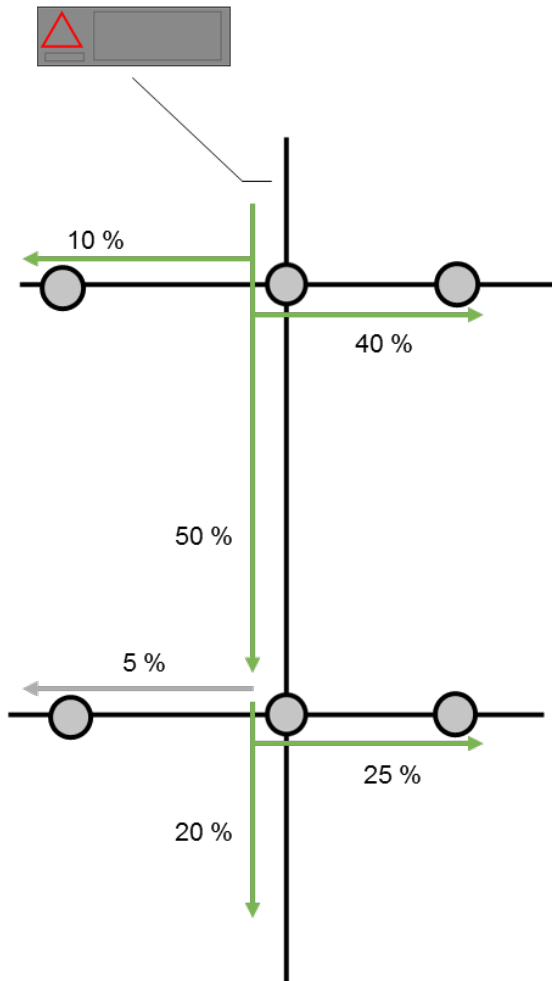
Yllä mainittujen vaikutusten laskentamenetelmät perustuvat Helmet 2.1 -liikennemallin tarkasteluihin, joissa jokaisen (kuvitteellisen) opastesijainnin (57 kpl) kautta kulkevan liikenteen suuntautumistietoon yhdistetään onnettomuushistoriatietoja tai liikenteen ruuhkautumistietoa. Näin saadaan selvitettyä suuruusluokka opaste-kohtaisista vaikutuksista verkollisesta näkökulmasta.

Liikenteen suuntautumistarkastelut on pyritty sovittamaan luvussa 2 suunnitellun automaatiikan ohjauspolitiikkaan. Huomioidaan, että poikkeuksellisista (vakavista) häiriöistä varoittaminen ulottuu tarvittaessa kauaskin opasteelta. Tavanomaisista ruuhkatilanteista varoittaminen ja sää- ja kelitietovaroitukset koskevat suppeampaa tieverkkoa. Tarkasteltavat vaikutukset ja liikenteen suuntautumistarkasteluperiaate on esitetty kuvassa 6. Vaikutusten laskentamenetelmät on kuvattu tarkemmin seuraavissa alaluvuissa.

OPASTEKOHTAISESTI TARKASTELTAVATVAIKUTUKSET

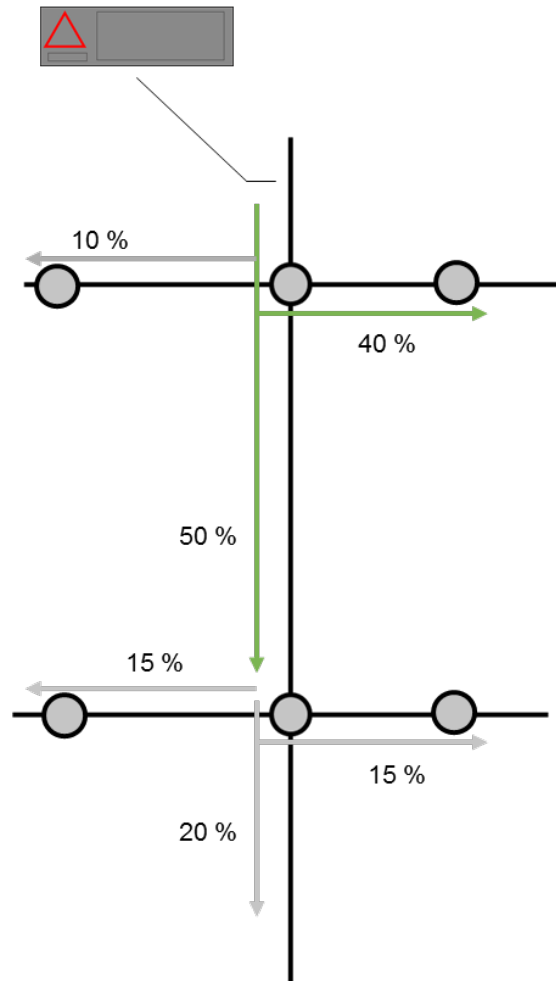
Poikkeuksellisten (vakavien) häiriöiden matka-aikavaikutukset tieosuuksilta, jonne vähintään 10 % liikenteestä suuntautuu.

Samalta verkolta lasketaan häiriöhallintaohjauksen turvallisuusvaikutukset.



Tavanomaisten ruuhkien ja sää- ja kelitietovaroitusten vaikutukset lasketaan tieosuuksilta, jonne vähintään 40 % liikenteestä suuntautuu

- Sujuvuus (säännölliset ruuhkat)
- Turvallisuus (sää- ja kelitieto, säännölliset ruuhkat).



Kuva 6. Tarkasteltavat opastekohtaiset vaikutukset ja tarkastelujen laajuus.

3.2.1 Poikkeukselliset vakavat häiriöt – matka-aikavaikutukset

Tässä työssä tarkastellaan tienkäyttäjille koituvia matka-aikahyötyjä, joita saavutetaan ajantasaisella tiedolla liikenteen häiriöistä. Matka-aikahyötyjen suuruusluokkaa arvioidaan soveltaen Liikenneviraston ohjeessa ”Täydentävät ohjeet tieliikenteen hallinta- ja älyliikennehankkeiden arvioinnin tekemiseksi (2015)” esitettyjä ruuhkavaroitusten matka-aikavaikutuksia. Kyseisessä ohjeessa on esitetty, että **ruuhkavaroitukset vaikuttavat liikenteen sujuvuuteen vähentäen keskimääräisiä matka-aikoja 0,1...0,5 prosenttia vuositason tasolla**. Häiriötiedotuksen vaikutuksia arvioitaessa käytetään arvoa 0,5 prosenttia, koska pääkaupunkiseudun liikennemäärät ovat valtakunnan tasolla omaa luokkaansa ja tiedotus kohdistetaan niihin häiriöihin, joilla on merkittävä vaikutus liikenteen sujuvuuteen. Vaikutusarviossa oletetaan, että yleisimmän merkittävän sujuvuushäiriön aiheuttaja on liikenneonnettomuus.

Häiriötietolokien (T-LOIK:iin integroitu entinen HäTi) perusteella keskimääräisen häiriön kesto (ensitiedote – tilanne ohi -tieto) on alle vuorokauden mittaisissa häiriöissä noin 53 minuuttia. Tämän arvon katsotaan vastavan melko hyvin keskimääräisen (tavanomaisen) ruuhkatilanteen kestoa, joten tarkastelussa on perusteltua käyttää edellä mainittua vaikutusarvoa (-0,5 %), joka Liikenneviraston ohjeessa on esitetty soveltuvan kohdekohtaisten ruuhkavaroitusten vaikutusten arviointiin.

Vaikutusarviota varten on selvitetty, kuinka monta onnettomuutta vuosittain on tapahtunut kunkin opasteen vaikutusalueella. Opasteen vaikutusalue on tarkasteltu liikennemallilla (Helmet 2.1). Vaikutusalue on ne päätieverkon liittymävälit, joiden kautta **vähintään 10 % opasteen ohittavasta liikenteestä** kulkee. Suuntautumistarkastelu on tehty erikseen aamun ja iltapäivän huipputuntitalanteelle ja normaaliliikenteelle. Jokaiselta opasteen vaikutusalueelta on laskettu onnettomuuksien lukumäärä vuosilta 2011-2015 ja skaalattu lukumäärä vuositason tasolle.

Vaikutusalueen onnettomuusmäärissä huomioidaan, että kaikki onnettomuudet eivät johda liikenteen sujuvuushäiriöihin (häiriötiedotus sujuvuusnäkökulmasta ei ole tarpeen). Sujuvuushäiriöihin johtaneiden onnettomuuksien määrä on selvitetty Liikenneviraston tieliikennekeskuksen häiriötietolokien avulla.

Häiriötietoloki sisältää Tieliikennekeskuksen saamat hätäkeskuksen tiedotteet, joilla on arvioitu olevan merkittävä vaikutus liikenteen sujuvuuteen. Työssä tehtiin vertailu, jossa Kehä I:n, Länsiväylän ja Valtatien 3 Kehä III:n sisäpuolisten osuuksien onnettomuusrekisterin vuoden 2013 tietoja vertailtiin häiriötietolokin tietoihin. Vertailun keskeiset tulokset ovat seuraavat:

- Onnettomuusrekisterin kaikista 430 onnettomuudesta 68 kpl, eli noin 16 % oli tunnistettavissa häiriötietolokista.
- Onnettomuusrekisterin henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien (60 kpl) osalta 13, eli noin 22 % tunnistettavissa häiriötietolokista. Onnettomuusrekisterin omaisuusvahinkoon johtaneiden onnettomuuksien (370 kpl) osalta 55 kpl eli noin 15 % oli tunnistettavissa häiriötietolokista.
- Häiriötietoloki sisälsi 22 onnettomuusmerkintää, jotka eivät ole kirjautuneet onnettomuusrekisteriin.

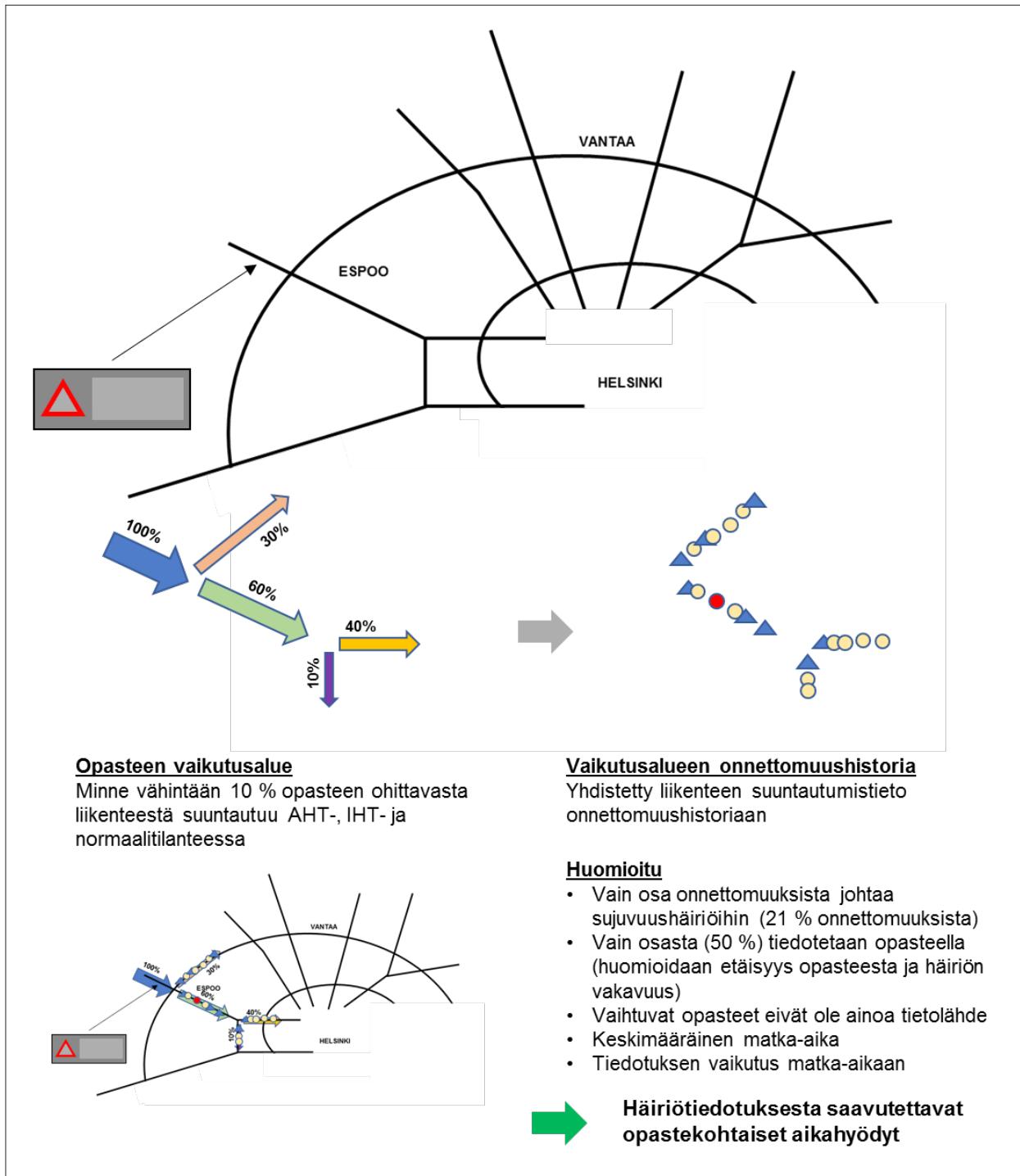
Näiden selvitysten perusteella vaikutusarviossa on oletettu, että 21 % $((68 + 22) / 430)$ kaikista onnettomuuksista johtaa (merkittävään) liikenteen sujuvuushäiriöön. Häiriön vakavuus ja häiriön sijainti suhteessa opasteeseen vaikuttaa automatiikassa siihen, esitetäänkö häiriöstä tiedottava viesti opasteella. Lähtökohta on, että opasteesta kaukana olevasta häiriöstä tiedotetaan vain, mikäli häiriö on merkittävästi keskimääräistä vakavampi. Tästä syystä vaikutusarviossa on oletettu, että keskimäärin joka toinen (50 %) liikenteen sujuvuushäiriö (edellä esitetty 21 % onnettomuuksista) opasteen sujuvuustietolinkeillä havaituista sujuvuushäiriöistä johtaa tiedotukseen opasteella.

Vaikutusarvio-ohjeessa esitetty sujuvuusvaikutus (matka-ajat -0,1...-0,5 %) soveltuu sellaisenaan säännöllisesti ruuhkautuvan tieympäristön ruuhkavaroitusten vaikutukseksi (esim. ruuhkavaroitukset tiedotusopasteella). Onnettomuus on kuitenkin satunnainen tapahtuma, ja yksittäisen tapahtuman vaikutus vuositason liikenteeseen tulee huomioida laskennassa. Täten ohjeen mukainen vuotuinen ruuhkavaroitusten vaikutus skaalataan häiriötilanteille jakamalla opasteen vaikutusalueelle laskettujen häiriöiden määrät luvulla 200 (200 on arvio ruuhkautuvan tieosuuden vuotuisten säännöllisten ruuhkien lukumäärästä).

Vaihtuvan ohjauksen vaikutuksissa huomioidaan, että tienkäyttäjällä on käytössään muitakin tietolähteitä kuin vaihtuvat opasteet (mm. radio, navigaattorit, mobiilipalvelut). Näiden merkitys on tunnistettu muun muassa Liikenneviraston tienkäyttäjätyytyväisyystutkimuksessa (valtakunnallinen raportti 18.10.2012). Käyttäjätyytyväisyystutkimuksen tuloksia ei sellaisenaan voida soveltaa tässä tarkasteltavaan asiaan, koska liikennetietoon liittyvät kysymykset ovat esitetty liian karkealla tasolla ja vastaajajoukko ei suoraan edusta pääkaupunkiseudun tienkäyttäjiä. Tienkäyttäjätyytyväisyystutkimuksen perusteella arvioidaan, että noin 80 % tienkäyttäjistä saa tiedon ensisijaisesti vaihtuvista opasteista ja 20 % ensisijaisesti jostain muusta tietolähteestä kuin vaihtuvasta opasteesta. Tämä on huomioitu vaihtuvan ohjauksen vaikutuksia laskettaessa.

Lisäksi laskelmassa on käytetty seuraavia lähtöarvoja:

- Keskimääräinen matka-aika pääkaupunkiseudulla on noin 24 minuuttia. Matka-aika perustuu HELMET-mallista saatuun keskimääräiseen sellaisen liikkujan matka-aikaan, joka käyttää tämän työn kannalta keskeistä päätieverkkoa (Kehä III ja sen sisäpuoli). Laskennassa käytetty keskimääräinen matka-aika on yhdistelmä normaaliliikenteen ja huipputunnin tuloksista.
- Henkilöauton keskimääräinen matka-ajan arvo on 12,89 euroa / h ja raskaan ajoneuvon vastaava on 52,31 euroa / h. Raskaan liikenteen keskimääräinen suorite kaikesta liikenteestä on 7,5 % pääkaupunkiseudulla. Tämä huomioiden keskimääräinen matka-ajan arvo on 15,85 euroa / ajon. h.
- Hankearviointiohjeiden mukaisesti laskennassa on käytetty 3,5 % korkokantaa, hyötyjen vuotuinen korotus on 1,125 % ja liikenneturvallisuuden vuotuinen alenema on 2,5 %.
- Liikennemäärien vuotuinen kasvu pääkaupunkiseudulla on 1,7 % (henkilöauto- ja raskaan liikenteen yhdistelmä), perustuen Liikenneviraston valtakunnalliseen ennusteeseen.
- Hyödyt on laskettu 15 vuoden elinkaarelta.

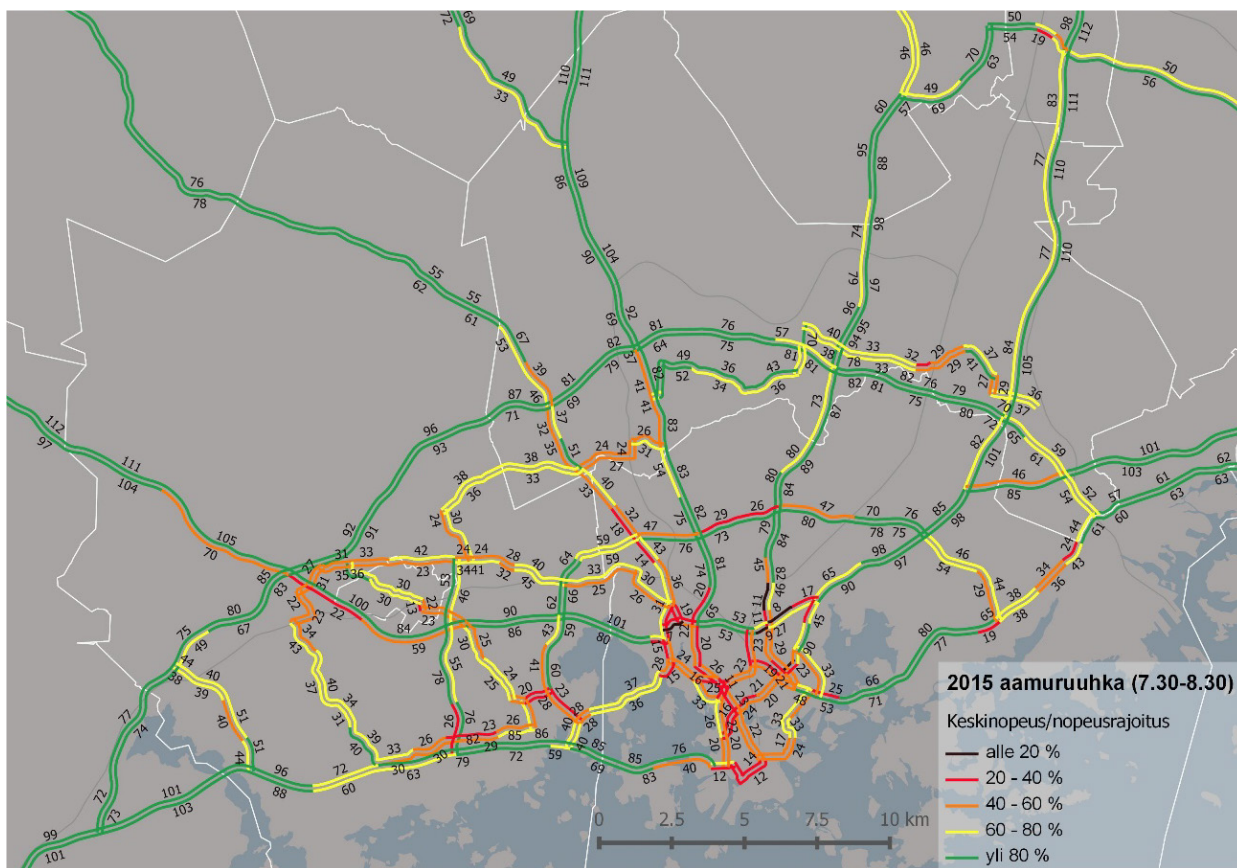


Kuva 7. Menetelmäkuvaus häiriötiedotuksesta saavutettavien hyötyjen arvioinnista.

3.2.2 Ruuhkavaroitukset – matka-aikavaikutukset

Säännöllisten ruuhkatilanteiden matka-aikavaikutusten osalta opastekohtaiseen liikenteen suuntautumistietoon on yhdistetty arvioon perustuva tieto päätieliittymävälien ruuhkautuneisuudesta. Arvio perustuu HSL:n julkaisuun ”Ajoneuvoliikenteen sujuvuus Helsingin seudulla syksyllä 2015 (3/2017)” (ks. kuva 8). Julkaisun tiedoista on arvioitu ruuhkapäivien lukumäärä, joka voitiin yhdistää tämän työn vaikutusarvioissa käytettyyn liikennemalliin. Arviointi tehtiin jokaiselle päätieverkon liittymävälille aamu- ja iltahuipputunnin perusteella seuraavien periaattein:

- Nopeus huipputuntina pääsääntöisesti yli 60 % nopeusrajoituksesta → 0 ruuhkapäivää
- Nopeus huipputuntina osittain 40–60 % nopeusrajoituksesta → 50 ruuhkapäivää
- Nopeus huipputuntina pääsääntöisesti 40–60 % nopeusrajoituksesta → 100 ruuhkapäivää
- Nopeus huipputuntina pääsääntöisesti 40–60 % nopeusrajoituksesta ja osittain alle 40 % nopeusrajoituksesta → 150 ruuhkapäivää.



Kuva 8. Ote HSL:n julkaisusta, johon tämän työn tarkastelujen ruuhkapäivien lukumäärän arviointi perustuu.

Liikennemallin avulla tarkasteltiin, mitkä ovat päätieverkon liittymävälit, joiden kautta **vähintään 40 % opasteen ohittavasta liikenteestä** kulkee ja näiden linkkien ruuhkapäivät laskettiin yhteensä. Keskimäärin opasteelle kohdistui noin 45 ruuhkapäivää (vaihteluväli 0...200, 31 opasteelle ei kohdistunut yhtään ruuhkapäivää). Liikenneviraston ohjeen vuotuinen vaikutusarvo ruuhkavaroituksille on -0,1...-0,5 % matka-ajasta. Koska kyseessä on verkollinen ruuhkavaroitukset, joka ei perustu yhtä tarkkaan seurantatietoon kuin paikalliset ruuhkavaroitustjärjestelmät, valittiin vaikutusarvoksi -0,3 % matka-ajasta.

Kuten muissakin tämän työn vaikutusarvioissa, ohjeen mukainen vuotuinen ruuhkavaroitusten vaikutus skaalataan edellä mainituille ruuhkatilanteille jakamalla ruuhkatilanteiden (= ruuhkapäivät) määrät luvulla 200 (arvio vuotuisien säännöllisten ruuhkien lukumäärästä). Lisäksi huomioitiin, että opasteella voidaan näyttää vain yksi viesti kerrallaan. Tätä varten tiedotettavien ruuhkatilanteiden lukumäärä kerrottiin luvulla 0,5.

Liikenneviraston tienkäyttäjättyytyväisyystutkimuksen perusteella arvioidaan, että noin 80 % tienkäyttäjistä saa tiedon ensisijaisesti vaihtuvista opasteista.

Laskennassa käytettiin edellä esitettyjen ruuhkatapahtumien lukumäärien lisäksi seuraavia arvoja:

- Keskimääräinen matka-aika pääkaupunkiseudulla on noin 24 minuuttia. Matka-aika perustuu HEL-MET-mallista saatun keskimääräiseen sellaisen liikkujan matka-aikaan, joka käyttää tämän työn kannalta keskeistä päätieverkkoa (Kehä III ja sen sisäpuoli). Laskennassa käytetty keskimääräinen matka-aika on yhdistelmä normaaliliikenteen ja huipputunnin tuloksista.
- Henkilöauton keskimääräinen matka-ajan arvo on 12,89 euroa / h ja raskaan ajoneuvon vastaava on 52,31 euroa / h. Raskaan liikenteen keskimääräinen suorite kaikesta liikenteestä on 7,5 % pääkaupunkiseudulla. Tämä huomioiden keskimääräinen matka-ajan arvo on 15,85 euroa / ajon. h.
- Hankearviointiohjeiden mukaisesti laskennassa on käytetty 3,5 % korkokantaa, hyötyjen vuotuinen korotus on 1,125 %.
- Liikennemäärien vuotuinen kasvu pääkaupunkiseudulla on 1,7 % (henkilöauto- ja raskaan liikenteen yhdistelmä), perustuen Liikenneviraston valtakunnalliseen ennusteeseen.
- Hyödyt on laskettu 15 vuoden elinkaareltä.

3.2.3 Häiriönhallinta-automatiikan turvallisuusvaikutukset

Poikkeuksellisten häiriöiden ja ruuhkatilanteiden turvallisuusvaikutukset on laskettu hyödyntäen samaa onnettomuustarkastelua kuin poikkeuksellisten häiriöiden matka-aikavaikutusten tarkastelussa käytettiin.

Turvallisuusvaikutusten suuruusluokan laskennassa on käytetty Liikenneviraston ohjeessa ”Täydentävät ohjeet tieliikenteen hallinta- ja älyliikennehankkeiden arvioinnin tekemiseksi (2015)” esitettyä ruuhkavaroitusten turvallisuusvaikutuksia. Kyseisessä ohjeessa on esitetty, että **ruuhkavaroitukset vähentävät henkilövahinkoon johtaneita onnettomuuksia 0,1...0,5 prosenttia vuositasolla**. Tässä työssä häiriötiedotuksen vaikutuksia arvioitaessa käytetään arvoa 0,5 prosenttia (perusteluna suuret liikennemäärät).

Turvallisuusvaikutusten laskemiseen on selvitetty seuraavat laskennassa käytettävät opastekohtaiset tekijät:

- Opasteen vaikutusalueen onnettomuusmäärät poikkeuksellisten häiriöiden tarkastelulaajuudessa (liikenteen suuntautuminen väh. 10 %)
- Poikkeuksellisten sujuvuushäiriöiden lukumäärä (21 % em. onnettomuuksista johtaa poikkeukselliseen sujuvuushäiriöön) ja joka toisesta tällaisesta tapahtumasta tiedotetaan opasteella (huomioi etäisyyden häiriön ja opasteen välillä).
- Opasteen vaikutusalueen onnettomuusmäärät säännöllisten ruuhkien tarkastelulaajuudessa (liikenteen suuntautuminen väh. 40 %)
- Säännöllisten ruuhkatilanteiden lukumäärä (ruuhkatapahtuma / vuosi), joka on arvioitu HSL:n julkaisun ”Ajoneuvoliikenteen sujuvuus Helsingin seudulla syksyllä 2015 (3/2017)” tietojen perusteella.

Liikenneviraston ohjeen vuotuinen vaikutusarvo (HVJ-onnettomuudet -0,1...-0,5%) perustuu ruuhkavaroituksiin. Täten ohjeen mukainen vuotuinen ruuhkavaroitusten vaikutus skaalataan edellä mainituille häiriö- ja ruuhkati-

lanteille jakamalla opasteen vaikutusalueen häiriöiden ja ruuhkatilanteiden määrät luvulla 200 (arvio vuotuisien säännöllisten ruuhkien lukumäärästä). Säännöllisten ruuhkien tapauksessa vaikutusarvona on käytetty -0,3% ja poikkeuksellisten ruuhkien osalta -0,5%.

Liikenneviraston tienkäyttäjättyytyväisyystutkimuksen perusteella arvioidaan, että noin 80 % tienkäyttäjistä saa tiedon ensisijaisesti vaihtuvista opasteista.

3.2.4 Sää- ja kelitieto-ohjauksen vaikutukset

Työssä arvioitiin päätieverkon liittymiä edeltävien tiedotusopasteiden sää- ja kelitieto-ohjauksen turvallisuusvaikutukset työssä laadittuja liikenteen suuntautumisanalyysijä hyödyntäen.

Vaikutusarviota varten on selvitetty, kuinka monta onnettomuutta vuosittain on tapahtunut kunkin *opasteen vaikutusalueella*. Opasteen vaikutusalue *sää- ja kelitieto-ohjauksen näkökulmasta* on tarkasteltu liikennemallilla (Helmet 2.1). Vaikutusalue sisältää ne päätieosuudet, joille vähintään 40 % opasteen ohittavasta liikenteestä suuntautuu. Suuntautumistarkastelu on tehty erikseen aamun ja iltapäivän huipputuntitilanteelle ja normaaliliikenteelle. Jokaisen opasteen vaikutusalueelta on laskettu onnettomuuksien lukumäärä vuosilta 2011-2015 ja skaalattu lukumäärä vuositasolle.

Turvallisuusvaikutukset laskettiin henkilövahinkoon johtaneista onnettomuuksista, joita oli keskimäärin 15 prosenttia kaikista onnettomuuksista.

Liikenneviraston tienkäyttäjättyytyväisyystutkimuksen perusteella arvioidaan, että noin 50 % tienkäyttäjistä saa sää- ja kelivaroitukset ensisijaisesti jostain muusta tietolähteestä kuin vaihtuvista opasteista.

Laskennassa käytetyt muut lähtöarvot ovat esitetty seuraavassa:

- Sää- ja kelivaroitusten turvallisuusvaikutukset ovat -4 % (hankearviointiohjeen vaihteluvälin yläraja) henkilövahinkoon johtaneista onnettomuuksista. Vaikutusarvoa perustele Suomen suurimmat liikennemäärät ja se, että sää- ja kelitieto-ohjauksen seurantatietoon panostetaan tiesääasema- ja seurantakamerainvestoinneilla.
- Henkilövahinkoon johtavan onnettomuuden keskimääräinen yhteiskuntataloudellinen kustannus on 598 800 euroa.
- Hankearviointiohjeiden mukaisesti laskennassa on käytetty 3,5 % korkokantaa, hyötyjen vuotuinen korotus on 1,125 % ja liikenneturvallisuuden vuotuinen alenema on 2,5 %.

3.3 Vaikutusarvioiden tulokset

Edellisissä alaluvuissa esitettyjen vaikutusten tulokset on esitetty opastekohtaisesti kuvissa 9-12. Vaikutuserät 15 vuoden elinkaareltä kaikkien opasteiden osalta on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. kaikkien 57 opasteen yhteenlasketut vaikutukset. 80 % yhteenlasketuista vaikutuksista saavutetaan 30 opasteen kautta.

Vaikutuserä	Vaikutussumma (57 opastetta, 15 vuoden elinkaari)	
Matka-aika – poikkeukselliset häiriöt	5,5 miljoonaa euroa	14,6 %
Matka-aika – säännölliset ruuhkat	13,5 miljoonaa euroa	35,7 %
Turvallisuus – sää- ja kelivaroitukset, poikkeukselliset häiriöt ja säännölliset ruuhkat (*)	18,7 miljoonaa euroa	49,7 %
Yhteensä	37,7 miljoonaa euroa	100 %

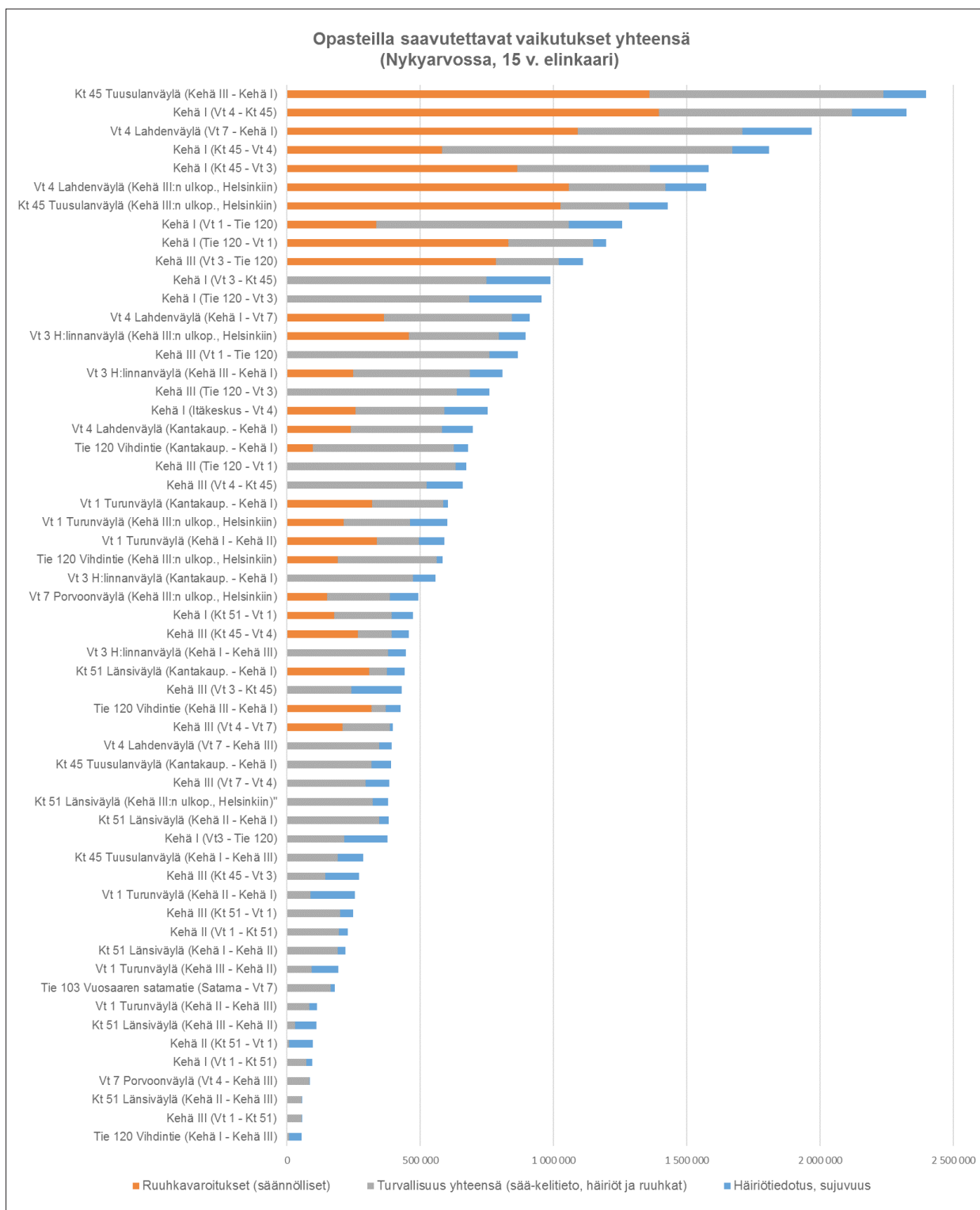
*) Turvallisuusvaikutukset saavutetaan lähes yksinomaan sää- ja kelitieto-ohjauksella.

Opastekohtaiset hyödyt vaihtelevat erittäin suuresti. Suurimmillaan yksittäinen opaste saavuttaa jopa yli 2 miljoonan hyödyt 15 vuoden laskenta-ajalta. 17 opastetta saavuttaa hyötyjä väliltä 0,5–1,0 miljoonaa euroa 15 vuoden pitoaikana.

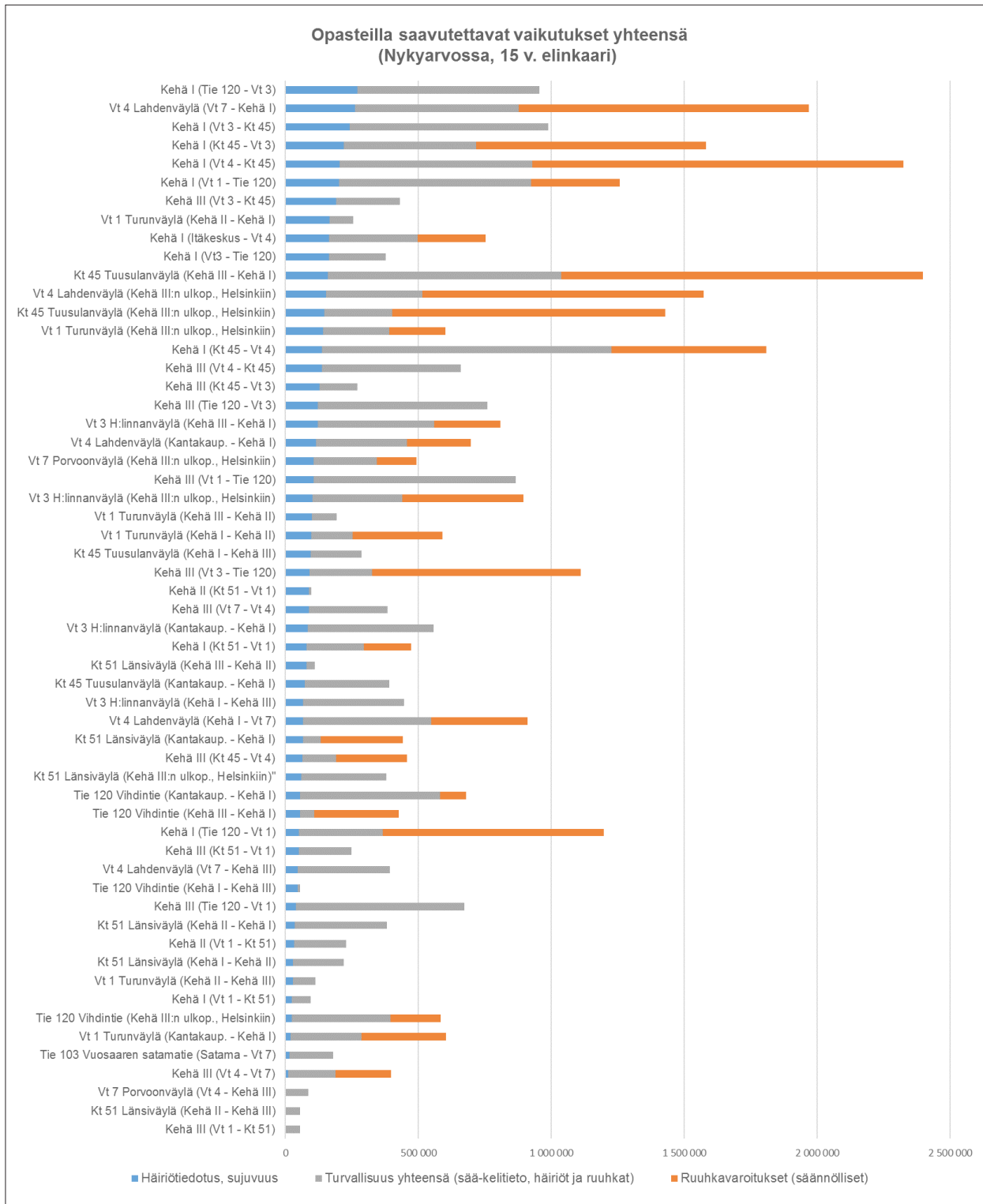
Tulosten keskeiset huomiot ovat seuraavat:

- Kokonaisuutta tarkasteltaessa havaitaan, että vaikutuksista puolet saavutetaan sujuvuudesta ja puolet turvallisuudesta. Turvallisuusvaikutukset perustuvat käytännössä kokonaan sää- ja kelitieto-ohjaukseen. Tämä on odotettavaa, koska sää- ja kelivaroitukset on tässä katsottu sisältyvän kaikkien opasteiden hyötyihin. Säännöllisten ruuhkien turvallisuusvaikutukset koskevat vain osaa opasteita ja poikkeuksellisten häiriöiden osuus opastekohtaisessa ohjauksessa on melko vähäinen.
- Kuvissa 9-12 on esitetty opastekohtaisesti saavutettavien hyötyjen summat siten, että opasteet on järjestetty eri hyötyerien mukaiseen järjestykseen. Järjestystavasta riippuen, opasteiden keskinäinen järjestys vaihtelee suurestikin.
- 30 eniten hyötyjä tuottavaa opastetta (ks. myös kuva 13) muodostaa noin 80 % yhteenlasketuista hyödyistä.

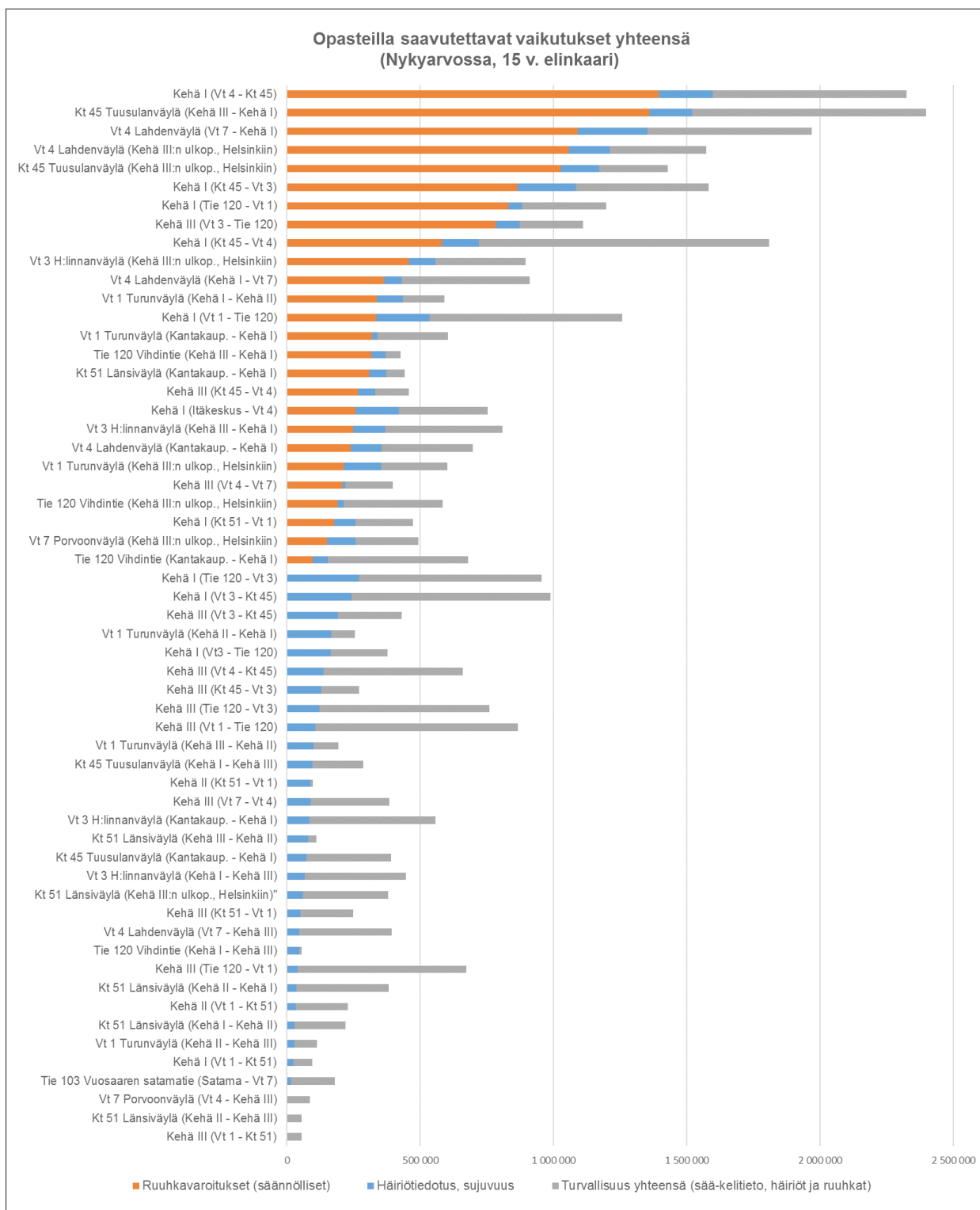
Opastekohtaisten tulosten ja päätieverkon nykyisten opastetoteutusten perusteella muodostetaan tiedotusopasteiden hankekokonaisuus, jota käsitellään raportin luvussa 4.



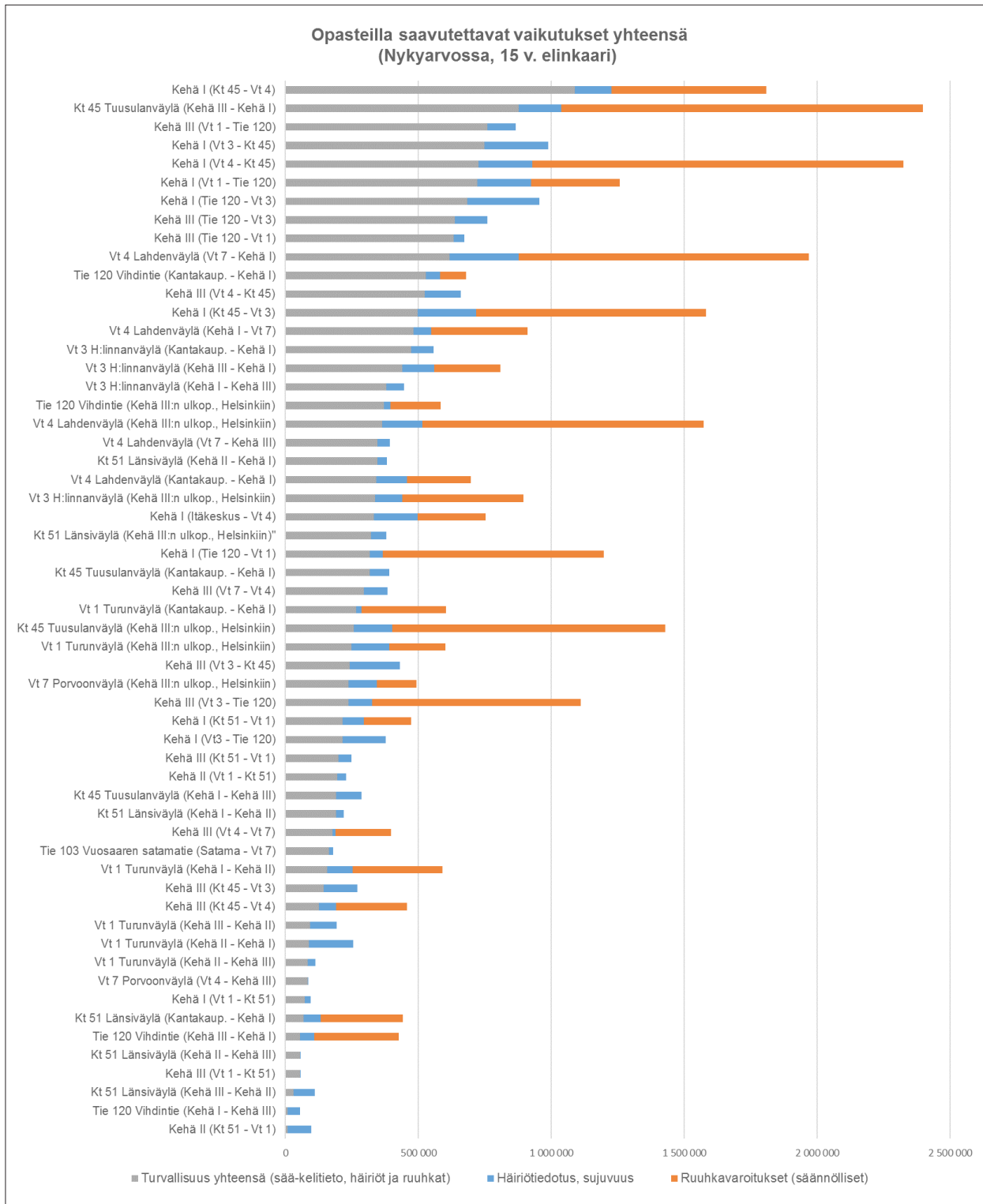
Kuva 9. Opastekohtaisten euromääräisten hyötyjen summat, kun opastesijainnit on järjestetty saavutettavien hyötyjen summan mukaisesti.



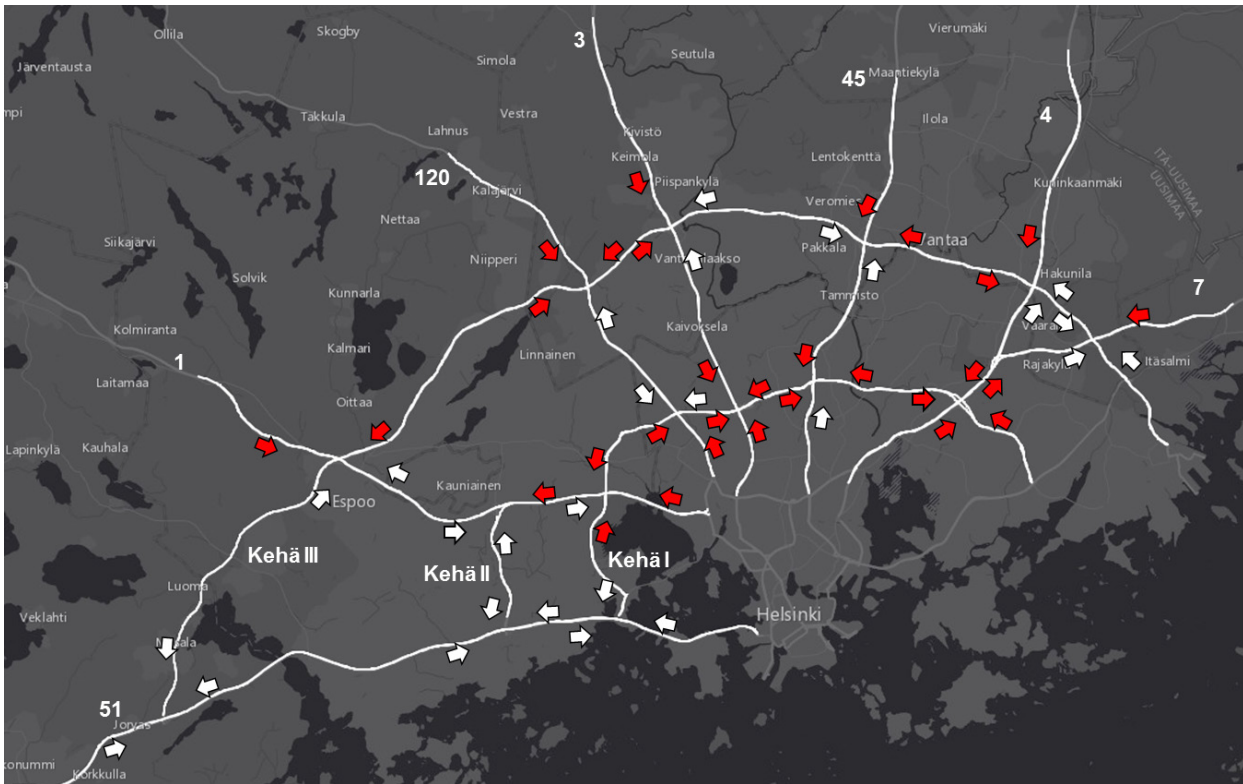
Kuva 10. Opastekohtaisten euromääräisten hyötyjen summat, kun opastesijainnit on järjestetty häiriötiedotuksen sujuvuushyötyjen mukaisesti.



Kuva 11. Opastekohtaisten euromääräisten hyötyjen summat, kun opastesijainnit järjestetty ruuhkavaroitusten sujuvuusvaikutusten mukaisesti.



Kuva 12. Opastekohtaisten euromäärien hyötyjen summat, kun opastesijainnit järjestetty sää- ja kelitieto-ohjauksen sekä häiriö- ja ruuhkavaroitusten turvallisuusvaikutusten mukaisesti.



Kuva 13. 30 eniten yhteenlaskettuja hyötyjä tuottavan opasteen sijainnit (punainen väri).

3.4 Häiriötiedotuksen muut vaikutukset

Kaupungistuminen ja tätä myötä pääkaupunkiseudun kasvu johtavat liikennemäärien ja kuljetustarpeiden kasvuun. Liikennemäärien kasvu taas johtaa ruuhkautumiseen ja onnettomuuksien todennäköisyyden kasvuun.

Tieverkkoa parantamalla (mm. kaistakapasiteettia lisäämällä) voidaan vähentää onnettomuuksista johtuvia sujuvuushaittoja, mutta nämä toimenpiteet kohdistuvat koko verkon näkökulmasta pistemäisesti ja ovat kustannustasoltaan eri kertaluokkaa suuremmat kuin liikenteenhallinnan keinot. Verkon parantaminen johtaa monesti pitkäaikaisiin sujuvuushaittoihin. On selvää, että tien parannushankkeiden taustalla ei päällimmäisenä tekijänä ole onnettomuustilanteiden vaikutusten vähentäminen, vaan (pistemäisen) sujuvuuden parantaminen ja turvallisuustason parantaminen. On kuitenkin niin, että lisääntynyt kaistakapasiteetti kasvattaa suoritetta (liikennemäärät kasvavat siellä, missä vapaata kapasiteettia on), ja onnettomuuksien mahdollisuus kasvaa edelleen.

Häiriötiedotukseen panostaminen parantaa matkojen ja kuljetusten palvelutasoa pääkaupunkiseudun pääväylillä. Pääkaupunkiseudun liikennemäärät ovat niin korkeat, että onnettomuuksien vähentäminen tieverkkoa parantamalla on haastavaa ja vaatii mittavia resursseja. Laadukkaalla häiriötiedotuksella voidaan hillitä tieverkon parantamispainetta tehokkaasti digitalisaation henkeä ja ympäristötavoitteita mukaillen.

Korkealuokkaisella häiriötiedotuksella on tieverkon palvelutason parantumisen myötä myös maankäyttöön liittyviä vaikutuksia. Mikäli tieverkon palvelutasoa saadaan parannettua, voidaan uuden maankäytön liikennetuotoksia sallia enemmän (ilman niin mittavia investointeja tieverkkoon).

Häiriönhallintaan liittyvän automatiikan toteutus parantaa merkittävästi tieliikennekeskuksen toimintamahdollisuuksia häiriötilanteiden aikana. Tieliikennekeskuksen päivystäjät voivat keskittyä enemmän viranomaisyhteistyöhön, kun tienkäyttäjälle tiedottaminen toimii automaattisesti ennalta suunniteltujen periaatteiden mukaisesti. Automatiikka vähentää häiriönhallintaan kuluja resursseja.

Häiriönhallinta-automatiikan toteutus parantaa myös muiden viestintäkanavien kuin vaihtuvien opasteiden reaktionopeutta, mikäli automatiikan tiedot tuodaan avoimesti saataville esim. Digitrafficia hyödyntäen. Näin ollen automatiikan toteutuksella voidaan saavuttaa hyötyjä myös muiden viestintäkanavien osalta. Näitä hyötyjä ei ole tässä työssä arvioitu rahassa.

4 Tiedotusopasteiden ja seurantalaitteiden hankekokonaisuus

4.1 Tiedotusopasteet

Tiedotusopasteiden hankekokonaisuus muodostetaan nykyisten ja suunnitteilla olevien opastesijaintien ja luvussa 3 esitettyjen vaikutusarvioiden mukaan. Hankekokonaisuuteen liittyy myös seurantalaitteiden täydentäminen nykytilanteen ja uusien opastesijaintien perusteella (käsitellään alaluvussa 4.2). Opastesijainneista on koottu raportin liitteeksi sijoitussuunnitelmakuvat, joissa opasteet on yhteensovitettu nykyiseen viitoitukseen.

Kuvassa 14 on esitetty:

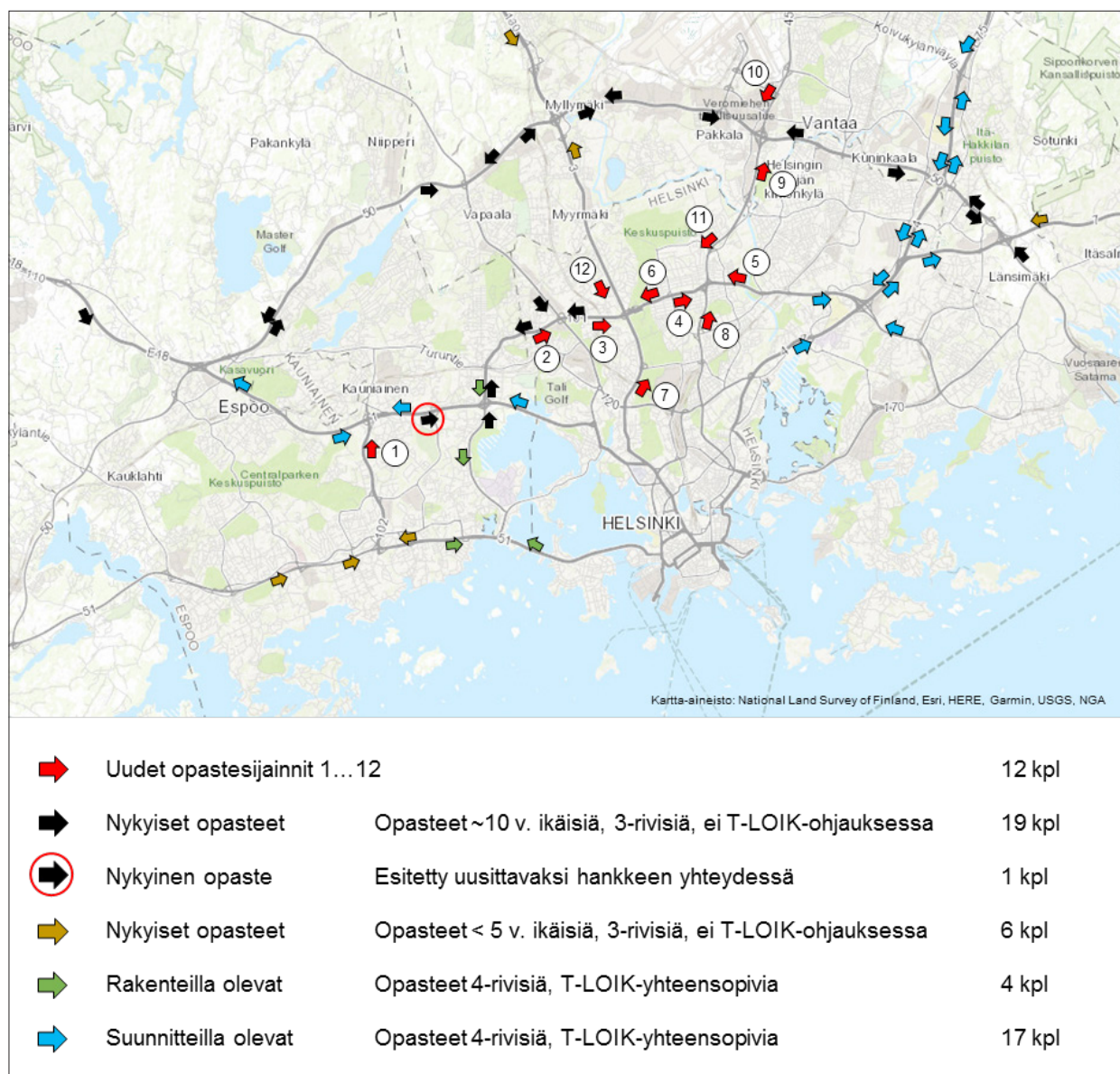
- Päätieverkon nykyiset opastetoteutukset sekä karkea kuvaus opasteiden iästä ja teknisistä valmiuksista. Kuvassa ei ole esitetty tunnelien suuaukkojen opasteita, jotka ovat lähtökohtaisesti varattu tiedottamaan tunnelin tapahtumista.
- Käynnissä olevien suunnitteluhankkeiden mukaisesti toteutukseen tulevat opasteet (Vt 1 välillä Munkkiniemi - Kehä III ja Vt 4 välillä Koskela–Järvenpää).
- Rakenteilla olevat opasteet (osana Kehä I Keilaniemen tunnelin liikenteenhallintaa).
- Näiden ja luvussa 3 esitettyjen vaikutusarvioiden perusteella esitettävät 12 uutta opastesijaintia, jotka täydentävät nykyistä opasteverkkoa. Opasteet 2-12 kuuluvat 30 eniten hyötyjä tuottavien opasteiden joukkoon. Opaste 1 (Kehä II) esitetään toteutettavaksi hyvien reitinvalintamahdollisuuksien vuoksi (tie 110 toimii kohtuullisena valtatie 1 vaihtoehtoisena reittinä Leppävaaran ja Kehä III:n suuntaan). Opaste palvelee verkollista ohjausta myös Hiidenkallion tunnelin häiriötilanteiden aikana (Hiidenkallion tunneli sijaitsee Kehä II:lla valtatie 1 liittymän pohjoispuolella).

Uusien opasteiden toteutushankkeen yhteydessä nykyisille opasteille (kuvassa mustat nuolet) esitetään seuraavat toimenpiteet:

- Kaikki Kehä III:n tiedotusopastejärjestelmän opasteet korvausinvestoidaan 4 x 20 merkin VME/TIO-opasteilla.
- Kehä I:n ja Vihdintien nykyiset opasteet irrotetaan Mestarintunnelin ohjausjärjestelmästä ja korvausinvestoidaan 4 x 20 merkin VME/TIO-opasteilla.
- Valtatie 1 opaste (Kehä III:n ulkopuolella) korvausinvestoidaan 4 x 20 merkin VME/TIO-opasteella Kehä III - Lohja -järjestelmän korvausinvestoinnin yhteydessä.
- Valtatiellä 1 Turvesolmussa sijaitseva nykyinen Mestarintunnelin liikenteenhallintajärjestelmään kytketty tiedotusopaste on esitetty korvausinvestoitavan ja liitettävän T-LOIK:iin vaihtuvan ohjauksen toteutuksessa välillä Munkkiniemi - Kehä III (kartalla punainen ympyrä ja musta nuoli)
- Selvitetään, millä tavoin valtatie 7, valtatie 3 ja Länsiväylän nykyiset alle 5 vuoden ikäiset opasteet voidaan liittää T-LOIK:n häiriönhallinta-automatiikan piiriin ilman, että opasteita uusitaan.

Tässä työssä esitettävät uudet opasteet ja muissa hankkeissa suunnitteilla olevat opasteet toteutetaan T-LOIK-suoraohjattuina 4 x 20 merkin VME/TIO-opasteina. Uusien opasteiden 1...12 tietoliikenne toteutetaan lähtökohtaisesti langattomalla yhteydellä.

Jotta tässä työssä suunniteltu ohjausautomaattikka saadaan opasteelle täysimääräisesti käyttöön, tulee opasteen olla T-LOIK-suoraohjattava ja siinä tulee olla neljä tekstiriviä (2 suomen kielelle, 2 ruotsin kielelle). Mikäli nykyiset 3-riviset, melko uudet opasteet (kt 51, vt 3, vt 7) pystytään liittämään T-LOIK:iin, tulee näiden osalta tarkastella erikseen viestien kielisäännöt.



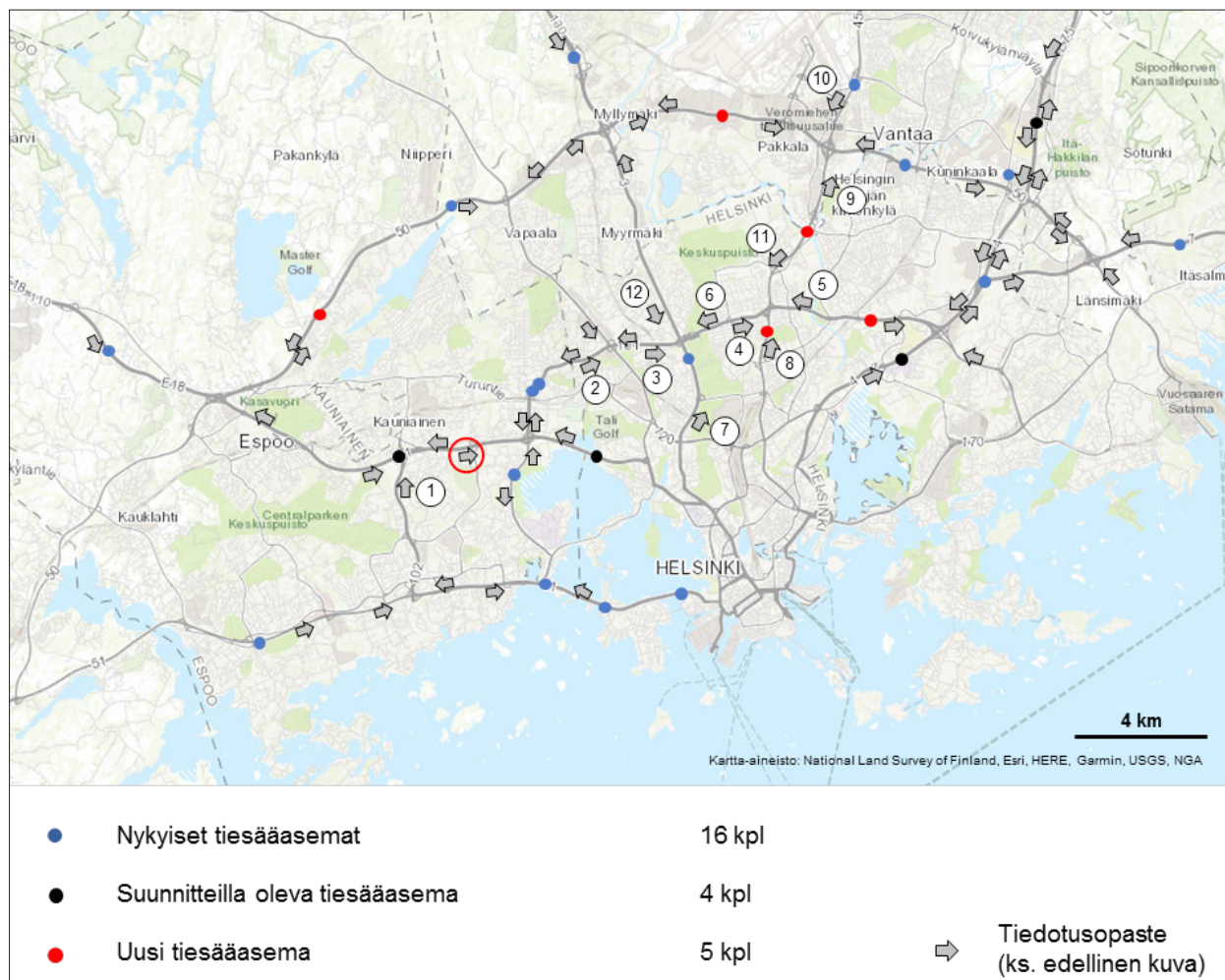
Kuva 14. Kuva pääkaupunkiseudun päätieverkon ajoradan yläpuolisista tiedotusopasteista. Kuva ei sisällä tietunnelien suuaukoille toteutettuja opasteita, jotka lähtökohtaisesti ovat varattu tiedottamaan tunnelin tapahtumista.

4.2 Seurantalaitteet

4.2.1 Tiesääasemat

Tiedotusopasteiden sää- ja kelitieto-ohjaus perustuu tiesääasemien tuottamaan tietoon. Päätieverkon tiesääasemaverkkoa täydennetään kuvassa 15 esitettävien viiden pisteen osalta. Tiesääasemat varustetaan ohjeen ”vaihtuvan ohjausjärjestelmän ohjauspolitiikan laadinta (Liikennevirasto, 19/2014)” -ohjeen mukaisella kokoonpanolla, joka mahdollistaa täysautomaattiohjuksen.

Tiesääasemien tietoliikenne perustuu langattomaan yhteyteen.



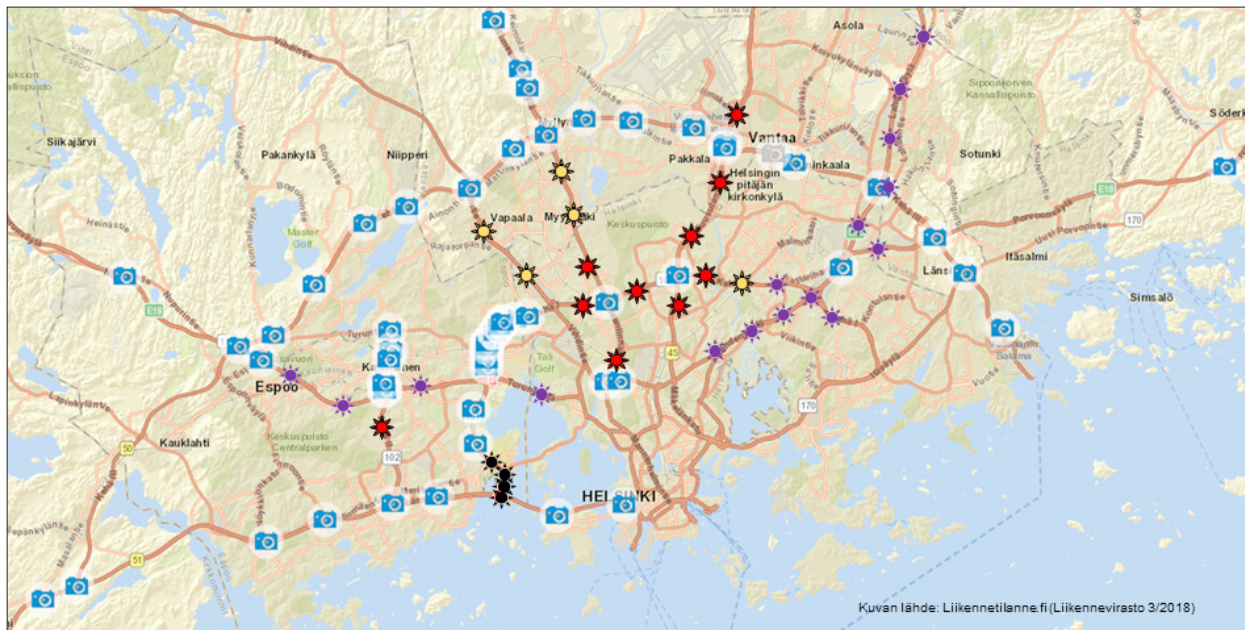
Kuva 15. Kuva pääkaupunkiseudun päätieverkon nykyisistä, hankkeiden yhteydessä suunnitteilla olevista ja tässä työssä esitettävistä uusista tiesääasemista.






4.2.2 Seurantakamerat

Seurantakameroilla on keskeinen rooli häiriönhallinnassa. Kamerakuvan avulla tieliikennekeskus voi varmistua sujuvuustieto-ohjausautomaatiikan toiminnasta ja tarkentaa ohjaustoimenpiteitä (esim. aktivoida tarvittaessa häiriötieto-ohjauksen). Kamerakuvalla on myös keskeinen rooli ohjausautomaatiikan parametrien ylläpidossa.

Nykyistä seurantakameraverkkoa täydennetään kuvan 16 mukaisesti. Päätieverkolle toteutetaan yhteensä 15 uutta kamerapistettä, joista 10 kpl toteutetaan uusien VME/TIO-opasteiden 1, 3, 5-12 portaalirakenteisiin kiinnittävään mastoon. 5 kpl kameroita toteutetaan omaan mastoon.

Seurantakameroiden tietoliikenne perustuu langattomaan yhteyteen.



	Nykyiset seurantakamerat	
	Toteutuksessa olevat seurantakamerat	
	Suunnitteilla olevat seurantakamerat	16 kpl
	Uusi seurantakamera, kiinnitys VME/TIO-portaaliin	10 kpl
	Uusi seurantakamera, omaan pylvääseen	5 kpl

Kuva 16. Kuva pääkaupunkiseudun tieverkon nykyisistä kamerapisteistä, hankkeiden yhteydessä suunnitteilla olevista kamerapisteistä ja tässä työssä esitettävistä uusista kamerapisteistä.

4.3 Kustannusarvio

Opastetoteutuksen kustannusarvio vuoden 2017 hintatasossa (MAKU 2010 = 100) on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 4. Opastetoteutuksen ja häiriönhallinta-automatiikan kustannusarvio.

Kustannusarvio (2017, MAKU 2010 = 100)				
Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta €	Summa €
Uudet VME/TIO-opasteet	12	kpl	100 000	1 200 000
Korvausinvestoitavat opasteet	19	kpl	70 000	1 330 000
Nyk. opasteiden (vt 3, kt 51, vt 7) T-LOIK-liitos				200 000
Uudet tiesääsasemat	5	kpl	80 000	400 000
Uudet seurantakamerat, portaali	10	kpl	13 000	130 000
Uudet seurantakamerat, oma masto	5	kpl	20 000	100 000
Nyk. seurantalaitteiden (TSA, kamerat) korvausinvestointi (tarve selvítettävä RS-vaiheessa)				300 000
Kaapelointi (sähkönsyöttö), kaivot, alitukset				300 000
Tietoliikennelaitteet				30 000
Kaiteet (uudet, nyk. vahvistukset)				30 000
Työnaikaiset liikennejärjestelyt	50	pvä	600	30 000
Uusien tiedotusopasteiden suunnittelu (RS)	1	kpl	100 000	100 000
Häiriönhallinta-automatiikan toteutus	1	kpl	600 000	600 000
Automatiikan käyttöönotto	1	kpl	100 000	100 000
Opasteiden häiriönhallinnan ohjauspolitiikka	1	kpl	100 000	100 000
Yhteensä				4 950 000
Rakennuttaminen 8 %				400 000
Lisätyövaraus 10 % (kaapelointi, suunnittelu, automatiikka)				120 000
Kustannusarvio				5 470 000

Tulee huomioida, että kustannusarviossa on huomioitu nykyisten liikenteenhallintajärjestelmien (Kehä III:n tiedotusopasteet ja Mestarintunnelin verkolliset tiedotusopasteet) korvausinvestointikustannukset tiedotusopasteiden osalta. Arvioidaan, että nämä järjestelmät korvausinvestoitaisiin lähivuosien aikana, vaikka häiriönhallinnan ohjausautomatiikka ei toteutettaisikaan tässä työssä esitetyllä laatu- tai laajuudella.

4.4 Opastetoteutuksen kannattavuus

Alaluvuissa 4.1 ja 4.2 esitetyn tienvarsilaitetoteutuksen ja häiriönhallinta-automaatiikan myötä saavutetaan noin **29,4 miljoonan euron yhteiskuntataloudelliset hyödyt 15 vuoden laskenta-ajalta**. Hyödyt perustuvat luvun 3 vaikutusarvioihin, jotka on huomioitu seuraavasti:

- Tässä työssä esitettävät uudet opasteet (1...12) saavuttavat häiriönhallinnan ja verkollisten ruuhkavaroitusten matka-aikavaikutukset ja turvallisuusvaikutukset (turvallisuusvaikutukset saavutetaan lähinnä sää- ja kelitieto-ohjauksella).
- Korvausinvestoitavat opasteet saavuttavat häiriönhallinnan ja verkollisten ruuhkavaroitusten matka-aikavaikutukset ja turvallisuusvaikutukset (turvallisuusvaikutukset saavutetaan lähinnä sää- ja kelitieto-ohjauksella).
- T-LOIK:iin liitettävät uudemmat nykyiset opasteet saavuttavat häiriönhallinnan ja verkollisten ruuhkavaroitusten matka-aikavaikutukset ja turvallisuusvaikutukset (sää- ja kelitieto-ohjaus on jo toteutettuna näihin, vaikka T-LOIK-liitosta ei tehtäisi)
- Suunnitteilla ja rakenteilla olevat opasteet saavuttavat häiriönhallinnan ja verkollisten ruuhkavaroitusten matka-aikavaikutukset (sää- ja kelitieto-ohjaus on jo toteutettu näihin).

Arvioidaan, että uusien tiesääsემien toteutuksen hyödyt tien hoitourakassa ovat 10 000 euroa / vuosi / asema (tarkempi tieto olosuhteista pienentää hoitourakan kustannuksia). 15 vuoden laskenta-ajalta saavutettavat hyödyt ovat yhteensä noin **580 000 euroa** nykyarvossa.

Liikenneviraston ohjeen mukaan vaihtuvan ohjauksen vuotuinen käyttö- ja ylläpitokustannus on lähtökohtaisesti 9 % investoinnista. Käyttäen tätä arvoa, 15 vuoden elinkaaren aikana opaste- ja automaatiikkatoteutuksen käyttö- ja ylläpitokustannukset ovat nykyarvossa noin **5,67 miljoonaa euroa**.

Rakentamisen aikaiset korot (6 kk, 3,5 %) ovat noin **95 000 euroa**.

Hankkeen ympäristövaikutukset ja vaikutukset polttoaineen kulutukseen arvioidaan olevan vähäisiä, joskin hankkeen vaikutukset näihin ovat positiiviset (ympäristöhaitat vähenevät ja polttoaineen kulutus pienenee matkojen sujuvuuden parantuessa).

Hankkeen kannattavuuslaskelma on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Opastetoteutuksen ja häiriönhallinta-automaatiikan kannattavuuslaskelma.

Kannattavuuslaskelma	
15 v. pitoaika	
<i>Kustannukset (K), miljoonaa euroa (v. 2017, MAKU 2010 = 100)</i>	
Yhteensä	5,57
Suunnittelu	0,20
Rakentamiskustannus	5,27
Rakentamisaikainen korko	0,10
<i>Hyödyt (H), miljoonaa euroa</i>	
Yhteensä	24,3
Väylänpitäjän kustannukset	- 5,10
Järjestelmän käyttö ja ylläpito	- 5,67
Hoitourakkasäästö (tiesääasemat)	0,58
Tienkäyttäjän kustannukset	18,4
Aikakustannukset	18,4
Polttoainekustannukset	~ 0 (positiivinen vaikutus)
Turvallisuusvaikutukset	11,6
Onnettomuuskustannukset	11,0
Ympäristövaikutukset	~ 0
Päästöt	~ 0 (positiivinen vaikutus)
Melu	~ 0
Vaikutukset julkiseen talouteen	~ 0
Polttoaine- ja arvonlisävero	~ 0
Jäännösarvo	0
HYÖTY-KUSTANNUSSUHDE (H/K)	4,48

Kun huomioidaan opaste- ja automaatiikatoteutuksen korkea hyöty-kustannussuhde (4,48) sekä aluvuossa 3.4 esitetyt muut (ei-rahalliset) vaikutukset, todetaan hankkeen olevan erittäin kannattava. Hanke edistää digitalisaation hengessä kestävämpää ja tehokkaampaa liikennejärjestelmää hyödyntäen käytössä olevia tietopalvelutoteutuksia ja -hankintoja (T-LOIK, matka-aika).

5 Jatkotoimenpiteet

Työssä esitetyn ohjausautomaatiikan ja opastetoteutuksen hankekokonaisuuden jatkosuunnitteluun vieminen on riippuvainen Liikenneviraston matka-aikahankinnan etenemisestä ja hankinnan tuloksista. Mikäli hankittava matka-aika arvioidaan palvelevan tässä työssä suunniteltua ohjausautomaatiikkaa, on automaatiikan toteutusta ja opastetoteutushanketta syytä edistää välittömästi. Opastetoteutuksen ja seurantalaitteiden osalta seuraava suunnitteluvaihe on rakennussuunnittelu tämän työn luvussa 4 esitettyjen periaatteiden pohjalta.

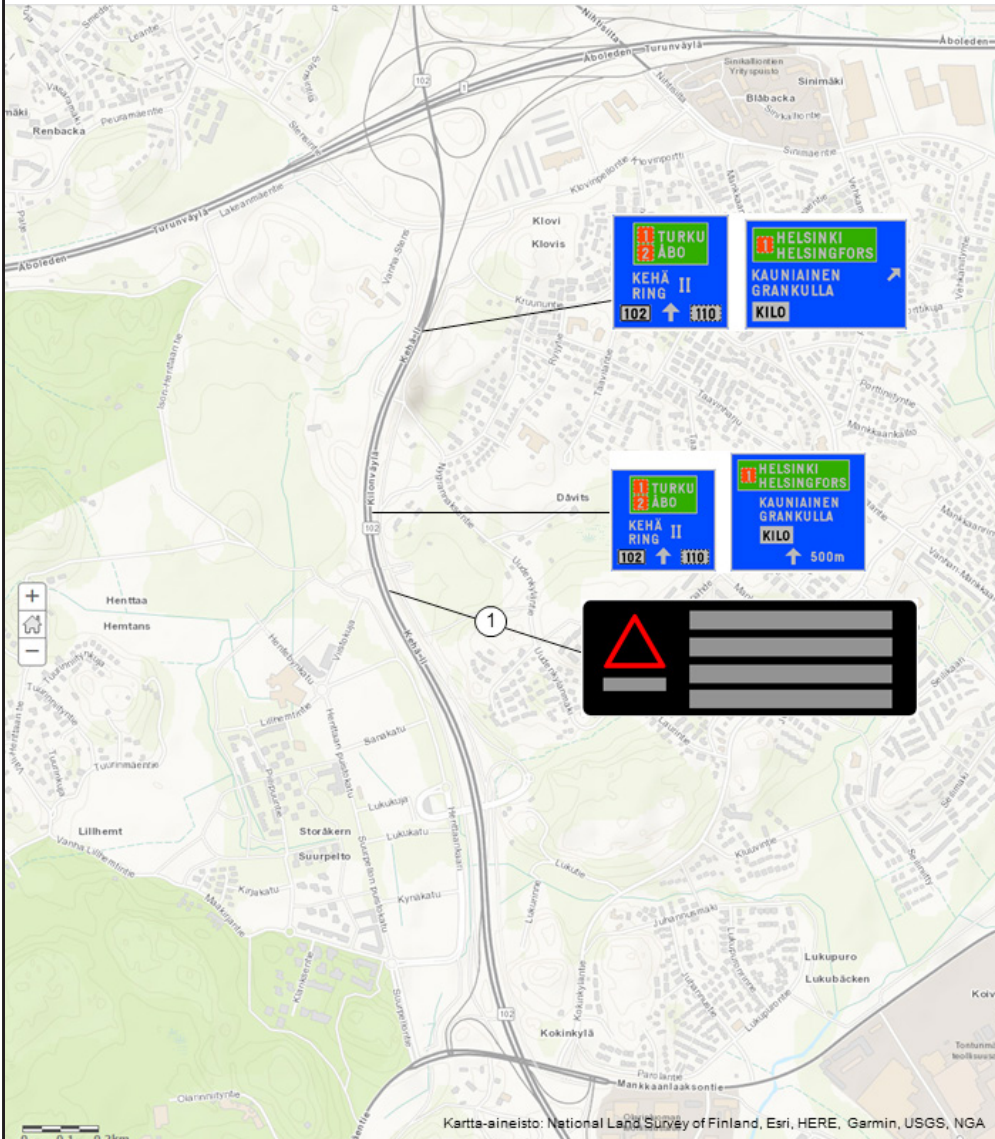
Mikäli automaatiikkaa ei pystytä toteuttamaan (esim. matka-aikapalvelun etenemisestä riippuen), ei opastetoteutustakaan ole kannattavaa edistää.

Mikäli ohjausautomaatiikan toteutusta pystytään edistämään, mutta opastetoteutusta ei, tulee ohjausautomaatiikan toteutusta harkita. Automaatiikan kehittyneet liikennetiedot voidaan välittää tienkäyttäjien päätelaitteisiin esim. Digitraffic-väylää pitkin.

LIITE – Uudet opastesijainnit

Opaste 1:

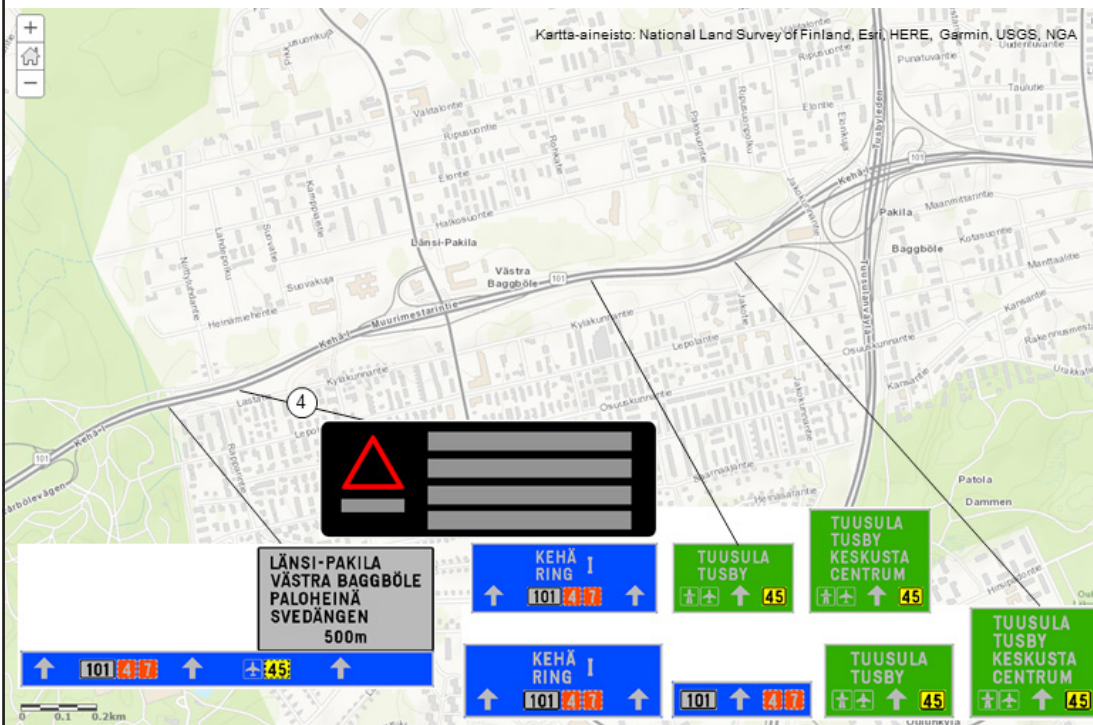
Kehä II välillä Kt 51 - vt 1, suunta pohjoiseen



- Opasteportaaliin toteutetaan seurantakamera.
- Keskialueella nykyinen kaide.

Opaste 4:

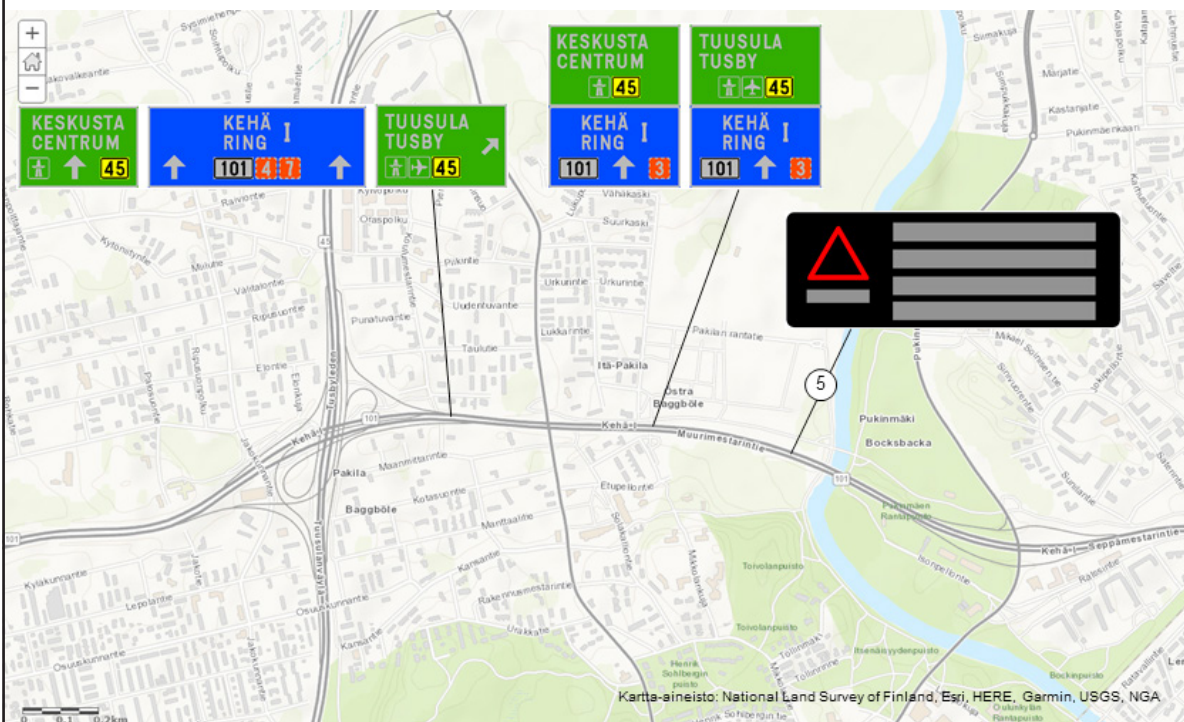
Kehä I välillä vt 3 - kt 45, suunta itään



- Keskialueella nykyinen kaide.

Opaste 5:

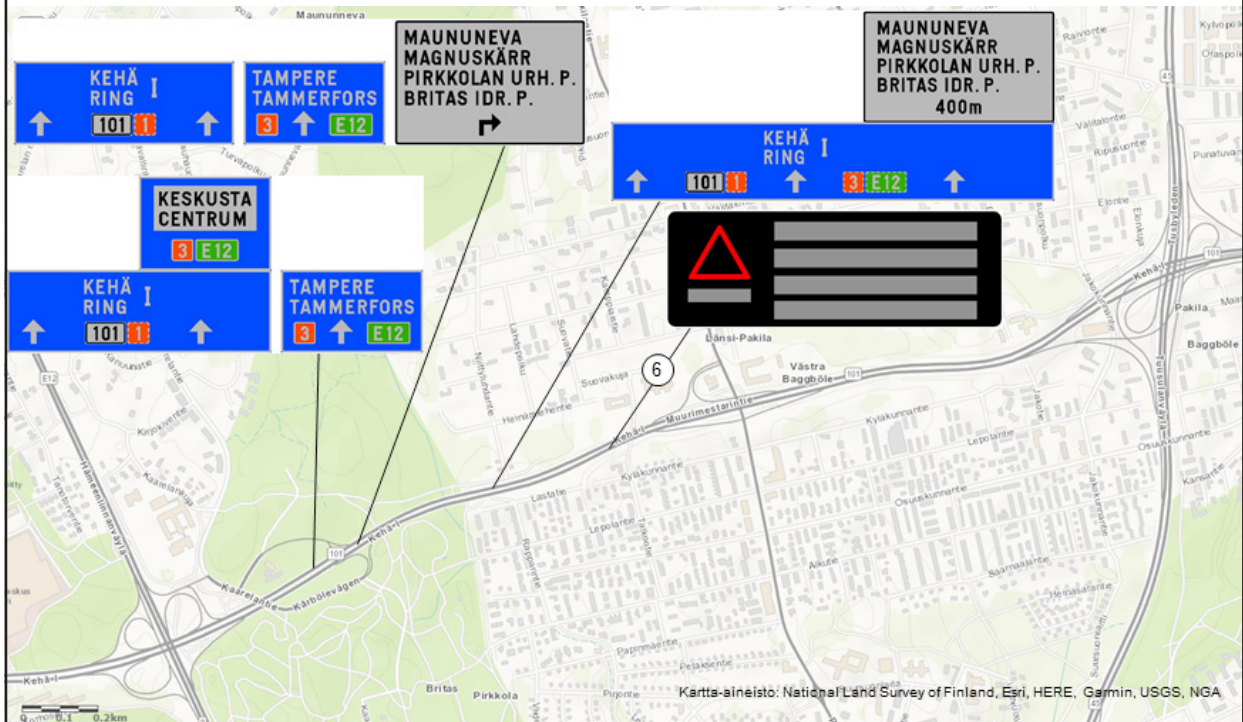
Kehä I välillä vt 4 - kt 45, suunta länteen



- Opasteportaaliin toteutetaan seurantakamera.
- Keskialueella nykyinen kaide.

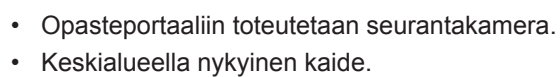
Opaste 6:

Kehä I välillä kt 45 - vt 3, suunta länteen

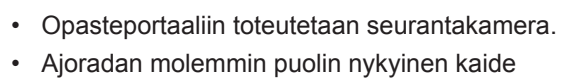


- Opasteportaaliin toteutetaan seurantakamera.
- Keskialueella nykyinen kaide.

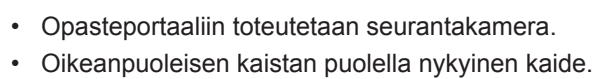
Valtatie 3 välillä Hakamäentie (Helsinki) - Kehä I, suunta pohjoiseen



Kt 45 Tuusulanväylä välillä Helsingin kantakaupunki - Kehä I, suunta pohjoiseen

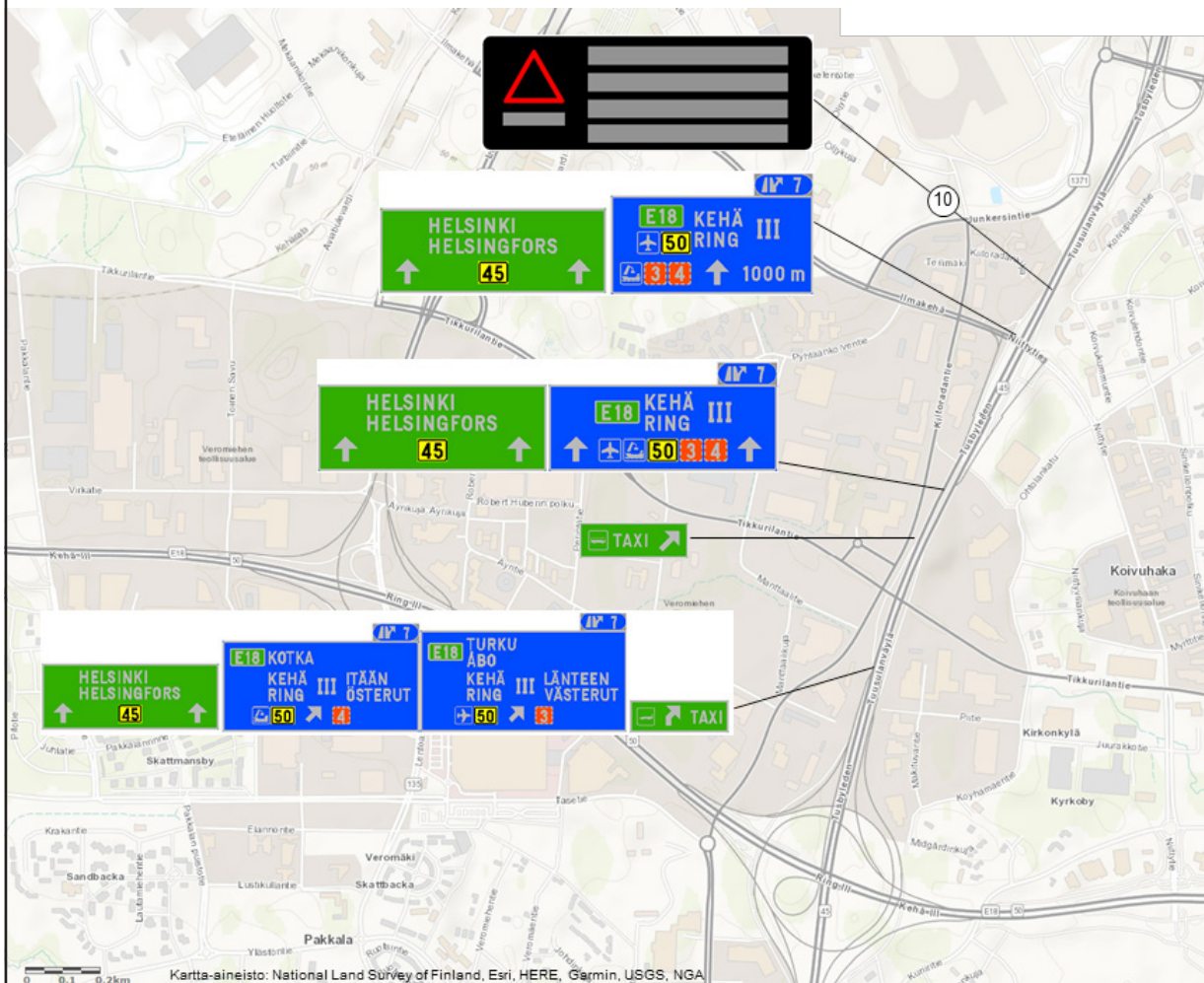


Kt 45 Tuusulanväylä välillä Kehä I - Kehä III, suunta pohjoiseen



Opaste 10:

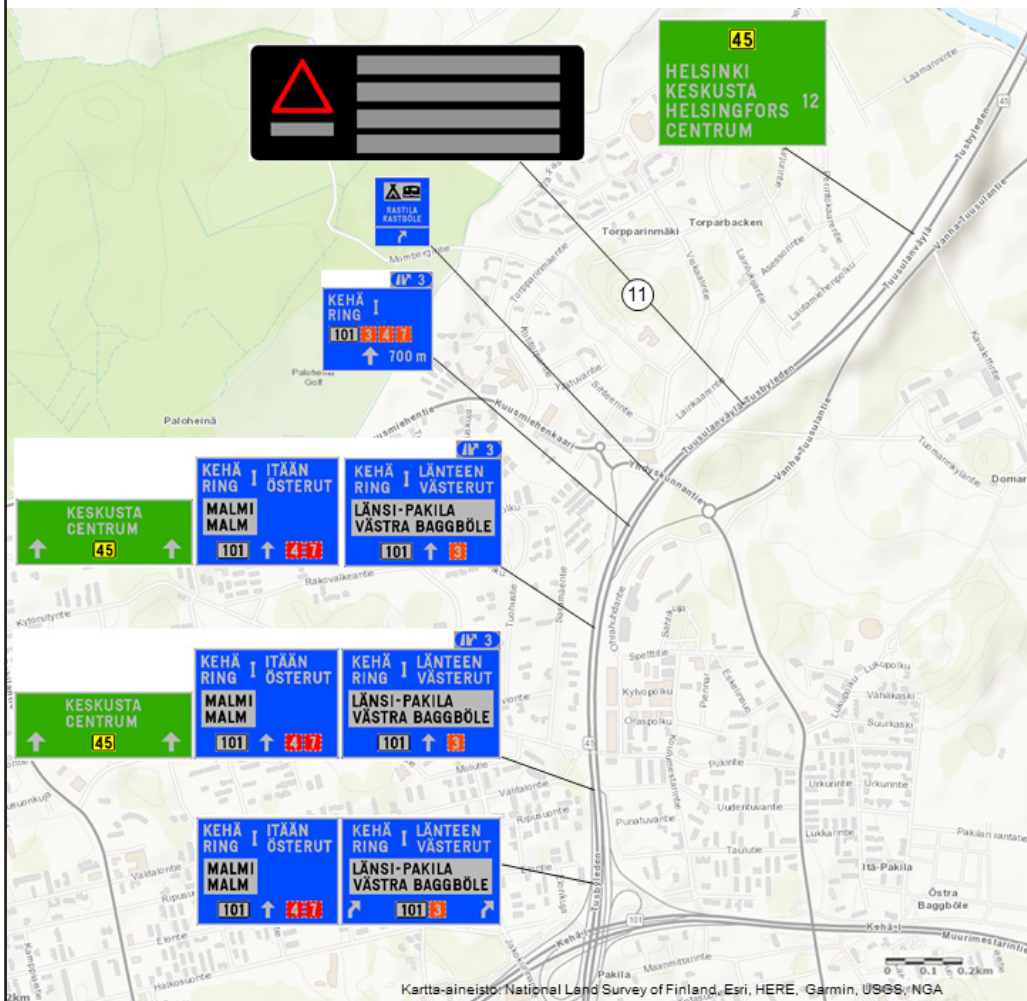
Kt 45 Tuusulanväylä, Kehä III:n pohjoispuoli, suunta etelään



- Opasteportaaliin toteutetaan seurantakamera.
- Ajoinnadan molemmin puolin nykyinen kaide

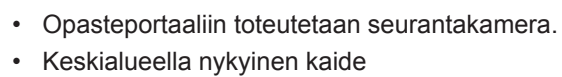
Opaste 11:

Kt 45 Tuusulanväylä välillä Kehä III - Kehä I, suunta etelään



- Opasteportaaliin toteutetaan seurantakamera.
- Ajouradan molemmin puolin nykyinen kaide

Valtatie 3 välillä Kehä III - Kehä I, suunta etelään



RAPORTTEJA 62 | 2018

**PÄÄKAUPUNKISEUDUN PÄÄTIEVERKON HÄIRIÖNHALLINTA OHJAUSAUTOMATIikka
JA OPASTEIDEN TOTEUTUS YLEISSUUNNITELMA**

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

ISBN 978-952-314-743-0 (PDF)

ISSN-L 2242-2846

ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-743-0

www.doria.fi/ely-keskus